

# **UNIVERSIDAD DE CUENCA**



## **FACULTAD DE INGENIERÍA MAESTRÍA EN GESTIÓN ESTRATÉGICA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

### **TESIS**

#### **DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN CON SOPORTE INTELIGENTE PARA BRINDAR APOYO EN EL ESTUDIO DE CASOS CLÍNICOS PARA ESTUDIANTES DE FONOAUDIOLOGÍA**

#### **PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGISTER EN GESTIÓN ESTRATÉGICA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

**AUTOR:** Ing. Fanny Maritza Chuchuca Méndez  
CI: 0104117627

**DIRECTOR:** Ing. Vladimir Espartaco Robles Bykbaev, PhD  
CI: 0300991817

**CO-DIRECTOR:** Ing. Pablo Fernando Vanegas Peralta, PhD  
CI: 0102274891

**2017  
CUENCA – ECUADOR**



## Resumen

Hoy en día varios países en desarrollo deben enfrentarse a varios problemas relacionados con la falta de personal, recursos o estructuras adecuadas de atención de la salud para atender a niños con discapacidades y trastornos de la comunicación. Algunos estudios de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y otras organizaciones señalan que en algunos países de África existe un patólogo del habla y del lenguaje por cada 2 a 4 millones de personas, mientras que en países desarrollados como Estados Unidos o Australia la proporción es mucho mayor: un patólogo del habla y lenguaje por cada 2500 a 4700 personas. Por estas razones, en esta tesis se propone el desarrollo de un entorno educativo inteligente orientado a apoyar la formación y el desarrollo de habilidades prácticas de los futuros logopedas. El sistema propuesto se basa en el empleo de herramientas inteligentes para crear una diversidad de perfiles o casos de niños con trastornos de la comunicación, además incorpora una base de conocimiento almacenada en ontologías sobre los elementos de terapia del habla y lenguaje, antecedentes y el desarrollo evolutivo del niño. Con el uso de Objetos de Aprendizaje (OA) se ha desarrollado una guía de contenidos como soporte a las materias teóricas del área de logopedia y con varios módulos *e-learning* de la plataforma MOODLE se ha creado recursos para el diseño de planes de terapia del habla y lenguaje. La incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) permite apoyar en el proceso de aprendizaje de los estudiantes y profesionales del área de logopedia en el diseño de planes de terapia como parte de la intervención de los pacientes con discapacidad.

**Palabras claves:** terapia del habla y lenguaje, desórdenes de la comunicación, ontologías, entornos de aprendizaje virtual, terapeuta del habla y lenguaje.



## Abstract

Nowadays, several countries must address several problems related with lack of personnel, resources or adequate structures to provide healthcare and rehabilitation services for children with disabilities and communication disorders. Some of the latest studies carried out by The World Health Organization (WHO) and other organizations point that in some countries of Africa only exists 1 Speech-Language Therapist (SLT) for each 2-4 million of persons, whereas in developed countries such as USA or Australia there are 1 SLT per each 2500-4700 persons. On those grounds, in this project we propose an educational intelligent environment to train and support the development of professional skills of Speech-Language Therapy students. Our proposed system uses intelligent tools with the aim of creating new patients profiles of children with disabilities and communication disorders. In the same way, the system incorporates a knowledge database based on ontologies. The ontology models several elements of SLT such as communication disorders, disabilities, speech-language screening, among many others. Likewise, our proposal includes a Learning Object (LO) developed with the support of a team of specialists. This LO was incorporated to MOODLE platform and contains several educational modules related with the SLT plans designing. These Information and Communication Technologies (ITCs) allow supporting the learning and training processes of students and professionals of SLT area.

**Keywords:** Speech-Language Therapy, communication disorders, ontologies, virtual educational environments, Speech-Language Pathologist.



## Tabla de contenido

<b>CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN Y ÁMBITO DE LA TESIS .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>14</b>
<b>1.2 ANTECEDENTES .....</b>	<b>15</b>
<b>1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>17</b>
<b>1.4 OBJETIVOS .....</b>	<b>18</b>
1.4.1 OBJETIVO GENERAL .....	18
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
<b>1.5 ALCANCE DEL PROYECTO .....</b>	<b>19</b>
1.5.1 BASE EDUCATIVA.....	19
1.5.2 SELECCIÓN DE CASOS REALES.....	20
1.5.3 GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE CASOS NUEVOS Y PLANES DE TERAPIA DEL HABLA Y LENGUAJE.....	20
1.5.4 DESARROLLO DE LA INTERFAZ.....	20
1.5.5 INCORPORACIÓN DEL SISTEMA INTELIGENTE.....	21
<b>CAPITULO 2 TRASTORNOS DE LA COMUNICACIÓN Y EL LENGUAJE: UNA BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS FUNDAMENTOS Y APORTES EXISTENTES.....</b>	<b>22</b>
<b>2.1 TRASTORNOS DE LA COMUNICACIÓN .....</b>	<b>22</b>
2.1.1 TRASTORNOS DEL HABLA .....	22
2.1.2 TRASTORNOS DEL LENGUAJE .....	26
2.1.3 TRASTORNOS DE LA AUDICIÓN .....	31
<b>2.2 DISCAPACIDAD Y TRASTORNOS DE LA COMUNICACIÓN.....</b>	<b>33</b>
2.2.1 PARÁLISIS CEREBRAL INFANTIL .....	33
2.2.2 DISCAPACIDAD INTELECTUAL .....	35
2.2.3 AUTISMO INFANTIL.....	36
<b>2.3 BASES Y FUNDAMENTOS DE LA TERAPIA DEL LENGUAJE .....</b>	<b>37</b>
2.3.1 ESQUEMA DEL MODELO CLÍNICO DE TERAPIA DEL LENGUAJE .....	38
<b>2.4 CONTRIBUCIONES TECNOLÓGICAS EXISTENTES PARA EL SOPORTE A LA TERAPIA DEL LENGUAJE .....</b>	<b>41</b>
2.4.1 TRASTORNOS DEL LENGUAJE .....	41
2.4.2 TRASTORNOS DE LA COMUNICACIÓN.....	45
2.4.3 DESÓRDENES DEL LENGUAJE COMPRENSIVO Y EXPRESIVO .....	47
2.4.4 TRASTORNOS DEL HABLA .....	48
2.4.5 TRASTORNOS DE LA AUDICIÓN .....	53
<b>2.5 ANÁLISIS DE APORTES Y LIMITACIONES DE LAS CONTRIBUCIONES EXISTENTES.....</b>	<b>56</b>
<b>CAPITULO 3 DISEÑO Y DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....</b>	<b>63</b>
<b>3.1 DISEÑO DE LA PROPUESTA PLANTEADA.....</b>	<b>63</b>
3.1.1 ENTORNO VIRTUAL MOODLE.....	64



---

3.1.2	SISTEMA EXPERTO .....	65
3.1.3	BASE DE CONOCIMIENTO .....	67
<b>3.2</b>	<b>DISEÑO DEL PLAN DE EXPERIMENTACIÓN .....</b>	<b>68</b>
3.2.1	DIAGNÓSTICOS Y CASOS GENERADOS .....	69
3.2.2	TÉCNICA A UTILIZAR PARA LA GENERACIÓN DE CASOS .....	70
3.2.3	EVALUACIÓN.....	72
<b>3.3</b>	<b>INFORMACIÓN CLÍNICA.....</b>	<b>72</b>
3.3.1	ANTECEDENTES.....	74
3.3.2	EVALUACIONES.....	75
3.3.3	CUADRO NORMATIVO DEL DESARROLLO DEL NIÑO .....	75
<b>3.4</b>	<b>DESARROLLO DEL SISTEMA.....</b>	<b>79</b>
3.4.1	DISEÑO DE LA ONTOLOGÍA.....	79
3.4.2	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA PEDAGÓGICA.....	88
3.4.3	DESARROLLO DEL SISTEMA INFORMÁTICO .....	93
<b>3.5</b>	<b>ELABORACIÓN DEL PLAN PARA LA IMPLANTACIÓN FUTURA DE LA PROPUESTA EN CENTROS DE EDUCACIÓN ESPECIAL Y UNIVERSIDADES 124</b>	
3.5.1	INTRODUCCIÓN.....	124
3.5.2	PLANIFICACIÓN DE LA IMPLANTACIÓN.....	126
3.5.3	RECURSOS .....	128
3.5.4	CAPACITACIÓN.....	130
<b>CAPITULO 4</b>	<b>RESULTADOS EXPERIMENTALES .....</b>	<b>132</b>
<b>4.1</b>	<b>RESULTADOS DE VALIDACIÓN DEL MÓDULO DE SOPORTE EDUCATIVO .....</b>	<b>132</b>
<b>4.2</b>	<b>RESULTADOS DE VALIDACIÓN DEL MÓDULO INTELIGENTE DE SOPORTE AL DISEÑO DE PLANES.....</b>	<b>133</b>
4.2.1	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA GENERACIÓN DE CASOS EN TÉRMINOS DE CONVERGENCIA .....	133
4.2.2	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA GENERACIÓN DE CASOS DESDE EL ÁMBITO DE LA LOGOPEDIA.....	140
4.2.3	CREACIÓN DE CUESTIONARIOS EN LA PLATAFORMA DE APRENDIZAJE VIRTUAL MOODLE EN BASE A LOS CASOS GENERADOS .....	144
<b>4.3</b>	<b>VALORACIÓN GENERAL DE LA PROPUESTA .....</b>	<b>146</b>
<b>4.4</b>	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>147</b>
<b>CAPITULO 5</b>	<b>CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO .....</b>	<b>155</b>
<b>5.1</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>155</b>
<b>5.2</b>	<b>TRABAJO FUTURO .....</b>	<b>156</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>.....</b>	<b>158</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>.....</b>	<b>164</b>



### Lista de tablas

Tabla 1. Afectación según el fonema deficitario .....	23
Tabla 2. Causas del Parálisis Cerebral.....	34
Tabla 3. Exámenes complementarios por especialidad .....	39
Tabla 4. Principios de plasticidad neuronal (Kleim & Jones, 2008).....	43
Tabla 5. Análisis de los aportes y limitaciones de las contribuciones existentes. ..	58
Tabla 6. Ejemplo de variables iniciales para el plan de experimentación .....	69
Tabla 7. Habilidades por edad del desarrollo (ejemplo para el rango 18 a 24 meses).....	75
Tabla 8. Habilidades que debería realizar un niño con disartria de 3 a 5 años.....	76
Tabla 9. Actividades sugeridas para la habilidad "Simplifica palabras con mezclas" .....	77
Tabla 10. Recursos sugeridos para el plan de terapia.....	78
Tabla 11. Denominación por país del profesional logopeda .....	89
Tabla 12. Número de instancias de la ontología de la anamnesis .....	93
Tabla 13. Número de instancias de la ontología de hitos del desarrollo .....	94
Tabla 14. Prevalencia de los desórdenes médicos en Cuenca .....	95
Tabla 15. Prevalencia de los desórdenes de la comunicación en Cuenca .....	95
Tabla 16. Ejemplo de cálculo de función de adaptación .....	103
Tabla 17. Selección de genotipos .....	105
Tabla 18. Actividades básicas del cronograma de implantación.....	127
Tabla 19. Resultados del cuestionario de la validación del módulo de .....	132
Tabla 20. Resultados de la simulación de casos .....	133
Tabla 21. Áreas más afectadas para cada trastorno del lenguaje .....	140
Tabla 22. Resultados de casos generados en la primera fase .....	141
Tabla 23. Resultados de la primera fase de validación.....	142
Tabla 24. Resultados de la validación de la segunda fase .....	143
Tabla 25. Resultados de la aplicación del formulario de validación .....	144
Tabla 26. Resultados de la generación del cuestionario "Habilidades por área" .	145
Tabla 27. Resultados de la generación del cuestionario.....	145
Tabla 28. Resultados de la valoración general del sistema .....	146



## Lista de figuras

Figura 1. Captura de pantalla del programa .....	46
Figura 2. Interfaz de un juego para terapia de lenguaje.....	51
Figura 3. Interfaz de un juego de rehabilitación del habla.....	54
Figura 4. Ventana principal del juego "Entrenando con Phonak" .....	55
Figura 5. Arquitectura general de la propuesta (Chuchuca-Méndez et al., 2016) ..	63
Figura 6. Diseño del plan de experimentación .....	68
Figura 7. Pseudocódigo del proceso del algoritmo genético.....	72
Figura 8. Captura de pantalla parcial de la ontología de la anamnesis (Chuchuca-Méndez et al., 2016) .....	87
Figura 9. Captura de la ontología propuesta por Robles-Bykbaev et al. (2016) ....	88
Figura 10. Esquema de materias y asignaturas de logopedia .....	91
Figura 11. Guía de contenidos para apoyar a las materias teóricas de logopedia ..	92
Figura 12. Esquema de apoyo a las prácticas profesionales .....	92
Figura 13. Algoritmo genético .....	98
Figura 14. Estructura del archivo XML de la disartria .....	99
Figura 15. Genotipo de la edad .....	100
Figura 16. Genotipos de la edad del lenguaje expresivo .....	100
Figura 17. Población inicial de genotipos.....	101
Figura 18. Fenotipos de la población inicial .....	101
Figura 19. Mutación de genotipos.....	107
Figura 20. Reemplazo de genotipos .....	107
Figura 21. Clase para consultar e inferir sobre las ontologías .....	108
Figura 22. Consulta para recuperar actividades correctas.....	109
Figura 23. Consulta para recuperar las actividades por habilidad .....	110
Figura 24. Consulta para recuperar las actividades inadecuadas .....	111
Figura 25. Consulta para recuperar las habilidades correctas .....	111
Figura 26. Consulta para recuperar habilidades inadecuadas .....	112
Figura 27. Diagrama entidad-relación de MOODLE para el recurso cuestionario.....	114
Figura 28. Diagrama de clases parcial 1 para crear el cuestionario .....	115
Figura 29. Diagrama de clases parcial 2 para crear el cuestionario .....	116
Figura 30. Captura del desarrollo del tema.....	117
Figura 31. Curso de "Terapia del habla y lenguaje" .....	118
Figura 32. Objeto de aprendizaje integrado en MOODLE .....	119
Figura 33. Captura de pantalla del sistema en MOODLE del perfil del paciente ..	120
Figura 34. Cuestionario para evaluar las habilidades por área.....	121
Figura 35. Calificación automática del cuestionario de habilidades por área.....	121
Figura 36. Cuestionario para evaluar actividades .....	122



---

Figura 37. Calificación automática del cuestionario para evaluar .....	123
Figura 38. Reporte de calificación del cuestionario realizado por el usuario .....	123
Figura 39. Estadísticas de calificaciones en MOODLE .....	124
Figura 40. Tiempo de convergencia del algoritmo genético.....	134
Figura 41. Error promedio de las simulaciones.....	135
Figura 42. Número de casos que convergen .....	135
Figura 43. Número de casos que no convergen .....	136
Figura 44. Número de casos que convergen en relación al error promedio .....	136
Figura 45. Número de casos en relación al tiempo.....	137
Figura 46. Curva de un caso que ha convergido .....	137
Figura 47. Datos resultantes de un caso que ha convergido .....	138
Figura 48. Curva de un caso que no ha convergido .....	138
Figura 49. Datos resultantes de un caso que no ha convergido .....	139
Figura 50. Gráfico de barras de los resultados de la evaluación .....	148
Figura 51. Gráfico de barras de los resultados de la evaluación .....	149
Figura 52. Gráfico de barras de los resultados de la evaluación .....	150
Figura 53. Gráfico de barras de los resultados de la validación de nuevos casos .....	151
Figura 54. Gráfico de barras de los resultados de la validación del cuestionario	152
Figura 55. Gráfico de barras de los resultados del cuestionario .....	153
Figura 56. Gráfico de barras de la valoración general del sistema .....	154





### **Lista de anexos**

Anexo A. Antecedentes del paciente .....	164
Anexo B. Encuesta para validar los casos generados .....	169
Anexo C. Evaluación manual de un caso .....	172
Anexo D. Estructura parcial de la ontología de la anamnesis .....	174
Anexo E. Encuesta aplicada para evaluar el entorno, diseño y navegación y recursos multimedia del sistema.....	175
Anexo F. Encuesta aplicada para la evaluación general del sistema .....	176
Anexo G. Manual de usuario .....	177



Universidad de Cuenca  
Clausula de derechos de autor

Fanny Maritza Chuchuca Méndez, autor/a del Trabajo de Titulación "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN CON SOPORTE INTELIGENTE PARA BRINDAR APOYO EN EL ESTUDIO DE CASOS CLÍNICOS PARA ESTUDIANTES DE FONOAUDIOLOGÍA", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Magister en Gestión Estratégica de Tecnologías de la Información. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor/a

Cuenca, 29 de marzo del 2017.

Fanny Maritza Chuchuca Méndez

C.I: 0104117627



Universidad de Cuenca  
Clausula de propiedad intelectual

---

Fanny Maritza Chuchuca Méndez, autor/a del Trabajo de Titulación "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN CON SOPORTE INTELIGENTE PARA BRINDAR APOYO EN EL ESTUDIO DE CASOS CLÍNICOS PARA ESTUDIANTES DE FONOAUDIOLOGÍA", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 29 de marzo del 2017.

Fanny Maritza Chuchuca Méndez

C.I: 0104117627



### **Dedicatoria**

A mis padres por todo el apoyo incondicional,  
por haber estado a mi lado durante todo este tiempo,  
por sus consejos y motivación constante para alcanzar mis metas.



## **Agradecimientos**

Uno de los sentimientos más nobles del ser humano es la gratitud  
es por ello que quiero agradecer  
a Dios por permitirme llegar a esta etapa de mi vida.

A mi familia por su gran apoyo.

A mi director de tesis el Dr. Vladimir Robles, a mi co-director el Dr. Pablo Vanegas  
y a la Lic. Gladys Ochoa quienes han compartido  
sus competencias y sabiduría, guía fundamental de este proyecto.

Al Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia  
(GIIATa) de la Universidad Politécnica Salesiana  
por la apertura y confianza brindada.

A mis amigos por estar siempre a mi lado.



## CAPITULO 1

### INTRODUCCIÓN Y ÁMBITO DE LA TESIS

#### 1.1 INTRODUCCIÓN

Actualmente varios países del mundo, especialmente aquellos que se encuentran en vías de desarrollo, no poseen suficiente personal cualificado prestando su contingente en la prevención y rehabilitación de personas con trastornos de la comunicación. El profesional en alteraciones del lenguaje, voz, habla y audición, recibe varias denominaciones en los distintos países por ejemplo en Gran Bretaña y Estados Unidos se llama terapeuta del habla y lenguaje, en España se denomina logopeda y en Latinoamérica se utiliza mayoritariamente fonoaudiólogo, sin embargo para esta tesis se va a utilizar el término logopeda o fonoaudiólogo (Martínez, Cabezas, Labrar, & Hernández, 2006). El logopeda busca que las personas que sufren discapacidades y/o desórdenes de la comunicación se puedan rehabilitar, mantener o desarrollar habilidades que les permitan expresar sus ideas, compartir pensamientos, expresar necesidades y sentimientos con el entorno que los rodea.

La tarea del logopeda es compleja, dado que debe tomar en cuenta aspectos complejos como el perfil del paciente (edad cronológica, edad del desarrollo del lenguaje, diagnóstico médico, discapacidades y trastornos asociados, etc.), los resultados de las evaluaciones de terapia del habla y lenguaje en las diferentes áreas (audición, articulación, estructura y función oral, lenguaje expresivo, lenguaje comprensivo y formulación lingüística), entre otras varias. De igual manera, el logopeda debe ser capaz de diseñar planes de intervención apropiados, considerando para ello las variables y elementos antes mencionados y tomar en cuenta que una pequeña variación en los perfiles de los pacientes puede generar una estrategia de intervención diferente.

La formación del logopeda, es similar en la mayor parte de los países de Iberoamérica (Martínez et al., 2006), donde los programas académicos se centran en



contenidos, asignaturas y prácticas profesionales. Con los avances tecnológicos de los últimos años las universidades y centros educativos se han visto en la obligación de cambiar las estructuras institucionales que se encuentran implementadas en modelos educativos tradicionales a fin de adaptarse a la sociedad actual, incluyendo para ello, el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs).

En el ámbito de la educación superior, (Durall, Gros, Maina, Johnson, & Adams, 2012) refiere que en Iberoamérica entre los años 2012 y 2017 se estima que las tecnologías más emergentes serán la computación en la nube, los contenidos abiertos y los entornos colaborativos como herramientas para apoyo a la docencia y aprendizaje. Dentro de las aplicaciones y entornos colaborativos podemos situar a las aplicaciones que usan un entorno estandarizado orientado a la pedagogía y que disponen de los recursos necesarios para registrar evaluaciones y calificaciones como una forma de complementar la formación de los alumnos a través de las herramientas tecnológicas.

Las TICs y las herramientas sustentadas en inteligencia artificial tienen impacto en varias áreas de la educación, por lo que el presente trabajo de tesis permite conocer una propuesta educativa que se basa en el diseño y desarrollo de un sistema de información con soporte inteligente para brindar apoyo en el estudio de casos clínicos para estudiantes de logopedia. Esta propuesta se constituye en un elemento de apoyo a los procesos de aprendizaje y entrenamiento en el diseño de planes de terapia del habla y lenguaje para el tratamiento de niños con discapacidad y desórdenes de la comunicación.

## **1.2 ANTECEDENTES**

Según la Organización Mundial de la Salud (*World Health Organization*, WHO) (2011) en estudios realizados sobre la población en el año 2010 (6900 millones de habitantes, con 1860 millones de menores de 15 años) entre 785 millones (15.6%, según la Encuesta Mundial de Salud) y 975 millones (19.4%, según el estudio “Carga Mundial de Morbilidad”) de personas de 15 años o más viven con alguna discapacidad. Cuando se incluyen a los niños, estiman que más de 1000 millones de personas que representa



cerca del 15% de la población mundial viven con alguna discapacidad. En el estudio “Carga Mundial de Morbilidad” se mide la discapacidad infantil de 0 a 14 años, el número de niños con discapacidad se estima en 95 millones (5,1%), de los cuales 13 millones (0,7%) tienen alguna «discapacidad grave», equivalente a la provocada por condiciones tales como tetraplejía, depresión grave o ceguera.

Dentro de las discapacidades podemos encontrar a personas con desórdenes de la comunicación que evaluadas e intervenidas por un especialista o profesional en alteraciones del lenguaje, voz, habla y audición, podrían mejorar considerablemente su calidad de vida en el ámbito social, familiar, educativo, laboral, etc.

En la actualidad, la preparación académica del logopeda es similar en la mayoría de países, a pesar de que pueden tener ciertas diferencias en las orientaciones y modelos pedagógicos, la malla curricular está centrada en materias básicas y sociales, materias en temas de logopedia y prácticas profesionales.

El logopeda como profesional encargado de evaluar, diagnosticar e intervenir a los pacientes con desórdenes de la comunicación tiene una formación universitaria de 4 a 5 años dependiendo de la universidad y del país (Martínez et al., 2006). En relación a las universidades es importante que se impliquen en procesos de mejora de la calidad a través de la innovación que involucre a las TICs (Salinas, 2004) por lo tanto, es necesario contar con sistemas que apoyen a profesores y alumnos.

Entre las contribuciones para los procesos educativos, se han diseñado sistemas de información de apoyo a los docentes para evaluar a los estudiantes (Aguillón, Trejo, Cedillo & Romero, 2011) y para el seguimiento constante de su evolución (González, 2011). Actualmente existe el enfoque de los sistemas tutores inteligentes, que se basa en agentes y sistemas de enseñanza, generalmente son aplicaciones que se ponen a disposición de los educandos a través del internet (González C, 2004). Además de las TICs de apoyo a la educación, en el área terapéutica se ha presentado una herramienta de soporte al diagnóstico de problemas de lenguaje a través de sistemas expertos





(Villavicencio, Aranda, Lara, de la Roca & Zambrano, 2014). Por otro lado, los sistemas multimedia también contribuyen a mejorar considerablemente los resultados de las terapias, en comparación con las sesiones tradicionales (Fernández M. & Antonio M., 2013).

Existen trabajos que se han enfocado en la ayuda de personas con discapacidad motora del habla a través de dispositivos generadores de voz y plataformas con normas ISO sobre ergonomía para la accesibilidad (Cieza, Yamao & León, 2014). Para el caso de generación de planes, se ha desarrollado un sistema que emplea técnicas de minería de datos (*clustering*) y clasificación no paramétrica (K vecinos más cercanos) a fin de diseñar nuevos planes de trabajo para niños con diversos desórdenes de la comunicación (Robles-Bykbaev, López-Nores, Pazos-Arias & Arévalo-Lucero, 2014) y una implementación basada en el algoritmo de Partición Alrededor de Medoides (PAM), tomando en cuenta el diagnóstico, condiciones médicas y las habilidades de comunicación afectadas propuesto por Robles-Bykbaev et al. (2015).

Los esfuerzos descritos anteriormente están centrados en apoyar al área académica o al área de terapia del habla y lenguaje, sin embargo, no existe una propuesta que combine las dos áreas mencionadas y que a través de recursos virtuales educativos se pueda evaluar las habilidades del estudiante como un apoyo a las prácticas profesionales en la carrera de logopedia.

### **1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

En las universidades en dónde se imparte la carrera de logopedia y en centros de educación especial existe la necesidad de contar con una herramienta que permita entrenar a estudiantes, pasantes, profesionales, etc. y que a su vez, ayude a evaluar los conocimientos, esto es muy importante para identificar las habilidades y experiencia de un terapeuta al momento de diseñar estrategias que permitan el diagnóstico y la rehabilitación del paciente.

Además del aprendizaje teórico, es necesaria la aplicación práctica, sin embargo,



hoy en día los casos que se plantean para la evaluación práctica en el aula y en papel no reflejan la complejidad de los diversos diagnósticos que podrían presentarse con pacientes que acuden a los centros de educación especial o de rehabilitación. Estos casos no toman en cuenta ciertos antecedentes, discapacidades y evaluaciones de las áreas del habla y lenguaje para ser presentados, por lo tanto no existe un método que permita generar una diversidad de casos clínicos o perfiles con diferentes variables (edad cronológica, desórdenes médicos, desórdenes de la comunicación, edad madurativa del lenguaje, evaluaciones de las áreas del habla y lenguaje). En la metodología tradicional, el profesor tiene que realizar una evaluación manual porque no dispone de una herramienta que le permita calificar automáticamente un plan de terapia en base a criterios propios del área de logopedia.

En función de lo expuesto, en este trabajo de tesis se plantea desarrollar una herramienta con plataforma virtual que permita generar automáticamente casos reales de pacientes con desórdenes de la comunicación, tomando en cuenta los antecedentes y evaluaciones de las áreas del habla y lenguaje, y que evalúe los planes propuestos por los educandos.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar un sistema de información con soporte inteligente para brindar apoyo en el estudio de casos clínicos para estudiantes de logopedia.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Obtener una base educativa de antecedentes y evaluaciones en el área de logopedia, la misma que será recopilada en los centros de educación especial.
- Seleccionar casos reales de pacientes con la información recopilada de los



centros de educación especial y generar un corpus de entrenamiento (*train*) y evaluación (*test*) para el módulo inteligente.

- Diseñar y desarrollar un módulo inteligente para la generación automática de nuevos casos y planes de terapia del habla y lenguaje.
- Crear una interfaz gráfica, sencilla y amigable para la presentación de casos, registro de planes de terapia del habla y lenguaje, generación de soluciones automáticas y evaluación.
- Emplear una herramienta estandarizada de aprendizaje a fin de incorporar el sistema desarrollado en la misma.

## 1.5 ALCANCE DEL PROYECTO

### 1.5.1 BASE EDUCATIVA

Para obtener la base educativa se acudirá a algunos centros de educación especial de la ciudad de Cuenca como son el Centro de Protección para Discapacidades (CEPRODIS), Instituto de Parálisis Cerebral del Azuay (IPCA), Centro de Desarrollo Infantil de la Universidad de Cuenca (CEDIUC), Unidad Educativa Especial del Azuay (UNEDA) y CEDEI *School*. Esto se llevará a cabo en base a los convenios de cooperación que posee el Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia (GI-IATa) de la Universidad Politécnica Salesiana. En el GI-IATa y en los centros se recopilará información sobre los antecedentes y resultados de *tests* en el área del habla y lenguaje. La población con la que se trabajará son niños y niñas comprendidos entre los 3 y 7 años de edad madurativa del lenguaje, pudiendo ser la edad cronológica superior a este rango (aspecto que depende del tipo de discapacidad presente en el niño). Cada evaluación que se aplica a los niños se sustenta en pruebas (*tests*) para evaluar la



audición, la formulación lingüística, la estructura y función oral (Mecanismo Oral Periférico, MOP), la articulación y la comprensión auditiva y la habilidad verbal. Además de esto, se obtendrán planes generados manualmente por los terapeutas y se tomará como base de referencia el sistema experto para generar planes de terapia para los trastornos del habla y lenguaje (SPELTA) propuesto por Robles-Bykbaev et al. (2015).

### **1.5.2 SELECCIÓN DE CASOS REALES**

La selección de casos con la información recopilada de los antecedentes y evaluaciones de las áreas antes mencionadas se realizará a través de un análisis conjunto con el profesional del área de logopedia que nos permita obtener un corpus de datos para entrenar y evaluar al módulo inteligente.

### **1.5.3 GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE CASOS NUEVOS Y PLANES DE TERAPIA DEL HABLA Y LENGUAJE**

Se desarrollará un módulo inteligente que permita generar nuevos casos y planes de terapia del habla y lenguaje a través de técnicas de inteligencia artificial, partiendo de un entrenamiento previo. Estos resultados serán sometidos a evaluación por el profesional del área de logopedia a fin de validar el sistema. Para llevar a cabo esta tarea, se empleará como base el enfoque propuesto por Robles-Bykbaev, López-Nores, Pazos-Arias & Arévalo-Lucero (2014).

### **1.5.4 DESARROLLO DE LA INTERFAZ**

Para llevar a cabo esta tarea, se va a construir una interfaz gráfica con los recursos necesarios para cargar nuevos casos generados por el sistema, registro de planes de terapia de lenguaje empleando para ello la elección de un banco de ítems sobre áreas, destrezas, estrategias, actividades y evaluación de la información obtenida de los centros, presentación de planes generados automáticamente por la herramienta y resultados de la evaluación del plan de terapia del habla y lenguaje propuesto por el



educando. Es importante mencionar que esta evaluación se realiza a través de una comparación entre el plan generado por la herramienta y el plan propuesto por el estudiante.

### **1.5.5 INCORPORACIÓN DEL SISTEMA INTELIGENTE**

El sistema inteligente se incorporará a una herramienta de aprendizaje de entorno virtual de apoyo a la docencia similar a MOODLE (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) que es nuevo un modelo de enseñanza, que contiene los recursos necesarios para estimular el aprendizaje del alumno (Sánchez, Olalla, Rodríguez & González, 2010).



## **CAPITULO 2**

### **TRASTORNOS DE LA COMUNICACIÓN Y EL LENGUAJE: UNA BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS FUNDAMENTOS Y APORTES EXISTENTES**

#### **2.1 TRASTORNOS DE LA COMUNICACIÓN**

La comunicación es la forma en que los seres humanos transmitimos información, expresamos pensamientos y sentimientos y como medio utilizamos el lenguaje que consiste en un conjunto de símbolos o signos lingüísticos con un fin comunicativo (Atienza, 2010). Muchos niños en algún momento de su vida tienen dificultades para comunicarse, sin embargo, estas dificultades son superadas a lo largo del desarrollo. A pesar de esto, algunos seguirán teniendo problemas. Un niño puede tener riesgo de sufrir un trastorno de comunicación si hay antecedentes tales como retrasos del desarrollo, autismo, sordera, lesión cerebral, entre otros.

Robles (2016) analiza los casos con mayor prevalencia de los trastornos de la comunicación en la ciudad de Cuenca-Ecuador de algunos centros de educación especial, los mismos que se van a tomar como base para el análisis de esta sección, clasificándoles en trastornos del habla, trastornos del lenguaje y trastornos de la audición.

A continuación se describen los trastornos de la comunicación basándose en la división antes mencionada.

##### **2.1.1 TRASTORNOS DEL HABLA**

Los niños con este tipo de trastorno tienen dificultad para hacer determinados sonidos o para la producción clara y fluida. Entre los trastornos del habla más comunes en la edad infantil se encuentran la dislalia, la disglosia y la disartria.

###### **2.1.1.1 DISLALIA**



Es la dificultad para producir sonidos o grupos de sonidos que pueden obedecer a causas de diferente índole, en este caso está afectado el aspecto fonético debido a un retraso en la maduración del desarrollo de los aspectos práxico articulatorios, lo que ocasiona un defecto en la articulación de sonidos como un síntoma primordial (Peña-Casanova, 2013). La dislalia puede clasificarse en dos grupos que se detallan a continuación:

- Según el fonema que presenta déficit: se considera como la afectación de un fonema, se puede observar en la Tabla 1. Afectación según el fonema deficitario (González & Bevilacqua, 2012).

Tabla 1. Afectación según el fonema deficitario

Nombre	Fonema deficitario
Sigmatismo	Defecto de la pronunciación de /s/.
Gamacismo	Defecto de la pronunciación de /g/ /k/.
Jotacismo	Defecto de la pronunciación de /x/.
Lambdacismo	Defecto de la pronunciación de /l/.
Rotacismo	Defecto de la pronunciación de /r/.
Deltacismo	Defecto de la pronunciación de /d/ /t/.
Betacismo	Defecto de la pronunciación de /p/ /b/.

- Según el tipo de error (González & Bevilacqua, 2012):
  - *Paralalias*: todas las veces que el fonema está sustituido por otro.
  - *Mogilalias*: todas las veces que haya supresión de fonemas.
- Según la etiología (Peña-Casanova, 2013):
  - *Dislalia evolutiva*: es normal en el desarrollo del lenguaje infantil, el niño no es capaz de pronunciar correctamente ciertos fonemas.
  - *Dislalia funcional*: es un defecto en la articulación de ciertos fonemas que



puede ser ocasionada por mal funcionamiento de los órganos periféricos del habla sin que haya una lesión.

- *Dislalia audiógena*: el niño confunde sonidos por la deficiencia auditiva, por lo que se verá afectada la correcta articulación de sonidos.
- *Dislalia orgánica*: es el trastorno causado por alteraciones orgánicas, aquí se encuentran las disartrias por lesiones del sistema nervioso y disglosias por malformaciones anatómicas.

Respecto a la etiología de las dislalias, en referencia a la dislalia funcional, los factores predisponentes pueden ser las dificultades práxicas en la precisión, en la combinación o en la secuenciación de los movimientos articulatorios y trastornos afectivos o emocionales, factores hereditarios, ambientales y socioculturales, etc. En las dislalias orgánicas las posibles causas puede ser por la alteración o déficit ya sea en el sistema nervioso, en los órganos fonoarticulatorios o en el sistema auditivo (Peña-Casanova, 2013).

#### **2.1.1.2 DISGLOSIA**

Es la alteración de los sonidos del habla originados por malformaciones de los órganos fonoarticulatorios, a la disglosia se la considera como una dislalia orgánica por la alteración de la articulación debido a una causa orgánica. En función del órgano periférico del habla afectado, a la disglosia se la puede clasificar de la siguiente manera (Peña-Casanova, 2013):

- *Disglosias labiales*: se produce por alteraciones en los labios.
- *Disglosias maxilofaciales*: llamada también disglosia mandibular, es un trastorno en la relación maxilomandibular que altera las características faciales.
- *Disglosias dentales*: se origina por anomalías en los dientes.





- *Disglosias linguales*: son causadas por la alteración orgánica de la lengua.
- *Disglosias palatinas*: se debe a una malformación orgánica del paladar óseo y/o del velo del paladar.
- *Disglosias nasales*: se produce por la alteración y/u obstrucción funcional o mecánica de las fosas nasales.

La etiología de la disglosia puede darse por una o varias causas, entre ellas podemos mencionar las malformaciones congénitas craneofaciales, trastornos del crecimiento (aspectos externos o ambientales), anomalías adquiridas en la estructura orofacial, alteraciones en la respiración, la masticación y deglución (Peña-Casanova, 2013).

### **2.1.1.3 DISARTRIA**

Es un trastorno del habla que puede deberse a lesiones en el sistema nervioso central (SNC) y periférico que afecta a uno o más sistemas motores del habla (Peña-Casanova, 2013). La disartria abarca disfunciones motoras de la respiración, fonación, resonancia, la articulación y prosodia. La disartria se clasifica de la siguiente manera (González & Bevilacqua, 2012):

- *Disartria flácida*: se presenta por una alteración de la motoneurona inferior que ocasiona una voz sin resistencia y débil, con hipernasalidad y distorsión consonántica.
- *Disartria espástica*: se produce por daño bilateral de la vía corticonuclear y/o corticoespinal que dan lugar a una voz forzada, estrangulada, lentitud en el habla, entre otros.
- *Disartria atáxica*: se debe a trastornos del cerebelo que producen distorsión consonántica, acentuación excesiva y quiebres articulatorios irregulares.



- *Disartria hipocinética*: se asocia al aumento de la cantidad y velocidad de los movimientos que determina el sistema extrapiramidal.
- *Disartria hipercinética*: se asocia a la reducción en la cantidad y velocidad de los movimientos del sistema extrapiramidal.
- *Disartrias mixtas*: se debe a las alteraciones de dos o más sistemas que producen el habla, es la combinación de las características de los defectos mencionados anteriormente.

Respecto a la etiología de las disartrias el origen del problema motor puede deberse a un trastorno vascular, traumático, infeccioso, neoplásico, degenerativo, etc. (González & Bevilacqua, 2012).

## **2.1.2 TRASTORNOS DEL LENGUAJE**

Los seres humanos nos comunicamos a través del lenguaje, por consiguiente los trastornos se deben a que los niños tienen problemas en comunicar su mensaje a otras personas (trastornos del lenguaje expresivo) y comprender el mensaje (trastornos del lenguaje comprensivo). Las causas posibles del trastorno del lenguaje son los genes y herencia, la nutrición prenatal, las discapacidades intelectuales, entre otras.

Dentro de la clasificación de los trastornos del lenguaje se describirá la afasia, el retardo del lenguaje y trastorno específico del lenguaje, que son los de mayor prevalencia.

### **2.1.2.1 AFASIA**

Es la alteración o pérdida de la capacidad del lenguaje expresivo o comprensivo debido a una lesión cerebral adquirida, se ven afectadas la lectura (alexia), escritura (agrafia), signos numéricos (acalculia) y lenguaje musical (amusia) (Atienza, 2010). El trastorno de la afasia se puede clasificar de la siguiente manera (Peña-Casanova, 2013):

- *Afasia de Broca*: la expresión no es fluida y existe incapacidad motora para



pronunciar palabras recordadas.

- *Afasia de Wernicke*: existe una profunda alteración de la comprensión verbal.
- *Afasia de conducción*: se caracteriza por dificultades en la repetición y la comprensión oral está poco alterada.
- *Afasia sensorial transcortical*: similar a la afasia de Wernicke, aquí está preservada la repetición.
- *Afasia motora transcortical*: se presenta una afectación importante en la expresión verbal con la comprensión conservada y buena capacidad de repetición (Vendrell, 2001).
- *Afasia anómica (nominal)*: es la alteración semántica del lenguaje por la falta de vocablo.
- *Afasia global*: presenta lesiones en dos áreas del lenguaje asociadas al cerebro en el área de Broca en su forma más severa y el área de Wernicke en similar nivel de gravedad.
- *Afasias mixtas*: es la combinación de la afasia motora transcortical y afasia sensorial transcortical.

En relación a la etiología las afasias pueden darse por afectación al parénquima cerebral<sup>1</sup> en zonas del cerebro relacionadas con el procesamiento del lenguaje (tumores, accidentes vasculares, traumatismos, etc.), la más frecuente es el accidente cerebrovascular (ACV). La incidencia de la afasia de ACV está entre el 21 y 38% (Peña-Casanova, 2013).

---

<sup>1</sup> Parénquima cerebral: tejido funcional en el cerebro.



### 2.1.2.2 RETARDO DEL LENGUAJE

Este trastorno se refiere a la no aparición del lenguaje a la edad en la que normalmente se presenta tomando como patrones de comparación el desarrollo normal del lenguaje del niño, logrando su adquisición más tarde de lo aceptable.

El retardo del lenguaje tiene tres grados diferenciados de manera empírica que sirven de guía en el trabajo logopédico los cuáles se detallan a continuación (Peña-Casanova, 2013):

- *Retraso leve del lenguaje*: existen distintas formas de simplificación fonológica, hay una tendencia del niño a reducir el sistema consonántico a uno más simple, con menos consonantes a través de sustituciones y omisiones, por ejemplo “cartón” -> “kattón”.
- *Retraso moderado del lenguaje*: se da la reducción de patrones fonológicos de manera más evidente, el habla da la impresión de ser un habla de bebé. En este tipo de retraso utilizan más de la mitad de emisiones el consonantismo mínimo universal jakobsoniano (el niño adquiere el sistema fonemático siguiendo un orden evolutivo) prefijado, por ejemplo “cabeza” -> “taéta”.
- *Retraso grave del lenguaje*: se ha reducido completamente al consonantismo mínimo jakobsoniano, el vocalismo es confuso, el significado es pequeño en cantidad y calidad, y la sintaxis se parece a etapas muy primitivas, como la etapa de una sola palabra y el habla telegráfica.

Entre los factores causales de retardo del lenguaje tenemos los siguientes (Peña-Casanova, 2013):

- *Factores neurobiológicos*: el desarrollo neurobiológico medido a través del peso al nacer.
- *Factores de origen cognitivo*: falta de habilidad para relacionar distintas



entradas léxicas, limitación en la memoria de trabajo.

- *Factores motores*: existen dificultades motrices por una ejercitación incorrecta de los órganos fonoarticulatorios.
- *Factores psicosocioafectivos*: se refiere a los factores psicológicos, afectivos, educativos, etc.

### 2.1.2.3 TRASTORNO ESPECÍFICO DEL LENGUAJE (TEL)

Es un trastorno que afecta el lenguaje oral de una manera considerable, en ausencia de deterioros neurológicos, retraso mental, trastornos de la conducta y privación ambiental (Castro-Rebolledo, Giraldo-Prieto, Hincapié-Henao, Lopera & Pineda, 2004). Su identificación y tratamiento suponen diferentes problemas para los clínicos debido a la heterogeneidad de los perfiles lingüísticos, la evolución de las manifestaciones comportamentales y las visiones divergentes sobre la especificidad del trastorno. La prevalencia de este trastorno es de 7.4% a los 5 años de edad (Peña-Casanova, 2013).

En la propuesta de Rapin y Allen establecen los siguientes subtipos de trastornos evolutivos del lenguaje (Castro-Rebolledo et al., 2004; Peña-Casanova, 2013):

- Trastornos que afectan a la comprensión y la expresión:
  - *Agnosia auditiva verbal*: comprensión del lenguaje gravemente afectado, expresión limitada o no verbal con articulación alterada.
  - *Déficit fonológico sintáctico*: comprensión igual o mejor que la producción, vocabulario limitado, sintaxis deficiente y frases cortas.
- Trastornos expresivos:
  - *Dispraxia verbal*: producción pobre con dificultades fonológicas importantes.



- *Trastorno de programación fonológica*: comprensión normal y habla fluente pero ininteligible.
- Trastornos de procesamiento de alto nivel:
  - *Déficit léxico*: dificultades graves en el acceso al léxico y dificultades de comprensión para el habla desarrollada, mejor rendimiento en el lenguaje espontáneo que en las tareas estructuradas, inadecuada formulación del discurso, sintaxis simplificada.
  - *Trastorno semántico pragmático*: sin dificultades fonológicas o sintácticas, comprensión deficiente de los enunciados complejos, lenguaje pobre y estereotipado, modos de conversación aberrantes, ecolalia y perseveraciones verbales.

Entre los factores causales podemos contemplar los siguientes niveles (Peña-Casanova, 2013):

- *Factores biológicos*: incluyen factores genéticos y neurológicos tales como la mutación del gen de transcripción FOXP2 en el cromosoma 7, mutaciones en los cromosomas 16 y 19 y etiologías endocrinas.
- *Factores cognitivos*: tales como déficit de procesamiento cerebral y dificultades en el procesamiento auditivo, déficit en la memoria fonológica a corto plazo. No se tiene un único origen identificado y depende de cada perfil.
- *Factores conductuales*: se refieren a componentes lingüísticos (retraso en el desarrollo y aprendizaje del lenguaje, retraso en la adquisición de las primeras palabras, pobreza en el lenguaje comprensivo y expresivo, problemas para comprender a personas que hablan rápido, etc.) y no lingüísticos (pobreza en la memoria fonológica de trabajo, habilidades sociales normales o deficitarias, etc.) (Peña-Casanova, 2013).



### 2.1.3 TRASTORNOS DE LA AUDICIÓN

En los trastornos de la audición se encuentra la hipoacusia la misma que se detalla a continuación.

#### 2.1.3.1 HIPOACUSIA

Es la disminución de la capacidad del nivel de audición que se encuentra por debajo de lo normal y que por lo tanto produce dificultad para escuchar. Cuando la pérdida auditiva es completa se denomina sordera. Es importante detectar este trastorno a tiempo, a fin de que el niño pueda adquirir adecuadamente el lenguaje.

La clasificación de la hipoacusia puede realizarse mediante algunos criterios que se describen a continuación (Peña-Casanova, 2013):

- De acuerdo a la localización de la lesión:
  - *Hipoacusia conductiva*: está afectado el aparato de transmisión del sonido y se corresponden con patologías del oído externo y/o medio.
  - *Hipoacusia perceptiva*: la alteración se encuentra en el oído interno, en la vía auditiva o en los centros superiores auditivos.
  - *Hipoacusia mixta*: posee simultáneamente un componente conductivo y perceptivo.
- Según el grado de pérdida auditiva:
  - *Hipoacusia leve*: pérdida entre 21 y 40 dB.
  - *Hipoacusia media*: pérdida de 41 a 70 dB.
  - *Hipoacusia grave*: pérdida de 71 a 90 dB.
  - *Hipoacusia profunda*: pérdida mayor a 90 dB.



- Dependiendo del momento de aparición:
  - *Hipoacusia preverbal o prelocutiva*: antes de la adquisición del lenguaje.
  - *Hipoacusia posverbal o poslocutiva*: después de haberse adquirido el lenguaje.

En referencia a la etiología de la hipoacusia las causas de las deficiencias auditivas pueden ser varias, entre las cuales se tiene las siguientes (Peña-Casanova, 2013):

- *Causas prenatales*: dentro de las causas genéticas se encuentran las anomalías genéticas en donde se tienen las hipoacusias genéticas aisladas (producidas por una agenesia<sup>2</sup> y disgenesia<sup>3</sup> de los componentes del oído interno, son de tipo neurosensorial) y las hipoacusias genéticas asociadas con otras anomalías (están acompañadas de alteraciones con otros sistemas). Por otro lado se tienen las causas prenatales adquiridas que contemplan el 50% de las hipoacusias prenatales, las causas más frecuentes son agentes infecciosos, sustancias tóxicas, enfermedades víricas (rubéola, varicela, herpes, paperas, etc.), medicamentos ototóxicos<sup>4</sup>, exposición a radiaciones y hábitos tóxicos maternos, entre otros).
- *Causas perinatales*: prematuridad y el bajo peso, la hipoxia y hiperbilirrubinemia, las infecciones y ototóxicos, etc.
- *Causas posnatales*: se refieren a las de origen adquirido y de aparición posterior al período neonatal, la causa más frecuente es la patología del oído medio.

---

<sup>2</sup> Agenesia: ausencia congénita de un órgano o de parte de él, producida generalmente por falta del tejido primordial y por ausencia de desarrollo en el embrión. (<http://www.iqb.es/diccio/a/agenesias.htm>)

<sup>3</sup> Disgenesia: Es la alteración en la formación embriológica del oído por la que el paciente presentará un oído anatómicamente anormal, con las consecuencias estéticas y funcionales (hipoacusia) que genera. (<http://www.cioa-oido.com/sobre.htm>).

<sup>4</sup> Medicamentos ototóxicos: medicamentos que dañan las células sensoriales del oído interno.





## 2.2 DISCAPACIDAD Y TRASTORNOS DE LA COMUNICACIÓN

Los trastornos del lenguaje pueden estar aislados o asociados a otras alteraciones, entre los cuáles se van a describir las más destacadas, tales como la parálisis cerebral infantil, el autismo infantil y la discapacidad intelectual (Peña-Casanova, 2013).

### 2.2.1 PARÁLISIS CEREBRAL INFANTIL

El Parálisis Cerebral Infantil (PCI) es un trastorno que puede comprometer las funciones del cerebro y del sistema nervioso como consecuencia de una lesión cerebral durante la etapa de desarrollo que abarca desde la gestación hasta los 3 años de vida (MedlinePlus, 2015). Las alteraciones serán varias según el tipo de parálisis cerebral y según el grado de afectación (Puyuelo, Salavera & Serrano, 2012), se manifiestan de esta forma: la coordinación y el tono muscular no son correctos y por consiguiente pueden o no afectar al habla y al desarrollo del lenguaje. Los estudios basados en la población de todo el mundo presentan estimaciones de la prevalencia de parálisis cerebral de 1,5 a más de 4 por cada 1.000 nacidos vivos (Johnson, 2002).

Para que el especialista del lenguaje comprenda las características de los síntomas y pueda dar diferentes enfoques de tratamiento en cada caso, se tiene la siguiente clasificación básica (Peña-Casanova, 2013):

- *Parálisis cerebral espástica:* la lesión es a nivel de la corteza motora y vía piramidal intracerebral, se manifiesta en un aumento exagerado del tono muscular y con la disminución de movimientos voluntarios, el movimiento es rígido y lento.
- *Parálisis cerebral atetósica:* la lesión se sitúa en el sistema extrapiramidal, en los núcleos de la base. Se manifiesta en cambios bruscos de tono muscular pasando de un tono bajo o normal a la hipertonía y viceversa; aparecen movimientos involuntarios que dificultan la actividad voluntaria.



- *Parálisis cerebral atáxica*: la lesión se ubica en el cerebelo, queda afectado el equilibrio, la coordinación y la dirección de los movimientos.
- *Parálisis cerebral hipotónica*: esta evoluciona hacia las otras formas de parálisis cerebral, se manifiesta por un tono muscular bajo.
- *Formas mixtas*: es la combinación de parálisis cerebral atetósica y espástica, también pueden darse otras combinaciones.

Además de esta clasificación se debe tomar en cuenta que existen trastornos asociados que pueden comprometer la evolución global, tales como problemas oculares, hipoacusias, retraso mental, epilepsia, problemas de percepción visual, auditiva y táctil, problemas perceptivomotores con alteraciones del esquema global, entre otros (Peña-Casanova, 2013).

Las causas originarias de la parálisis cerebral se agrupan en función del momento en que acontecen y se pueden clasificar de acuerdo a la Tabla 2 (Bedia, & Manjón, 2006).

Tabla 2. Causas del Parálisis Cerebral

Período	Factores
Prenatal	Acontecen durante la gestación (malformaciones congénitas, infecciones, epilepsia, tóxicos, etc.).
Perinatal	Se producen durante el nacimiento (partos pre término, bajo peso, infecciones, hipoxia, crisis epilépticas, etc.).
Postnatal	Se producen después del nacimiento y antes de que el cerebro alcance su plenitud madurativa (traumatismos, infecciones, hemorragia intracraneal, etc.).

### 2.2.1.1 DIFICULTADES EN EL HABLA

Las dificultades en el habla están relacionadas con la alteración neuromotriz, entre las principales características de las personas afectadas por esta discapacidad se pueden mencionar a las siguientes (Bedia & Manjón, 2006; Taboada-Lugo, Quintero-Escobar, Casamajor-Castillo, González-Torres, Marrero-Infante, Cruz-Ubeda & Díaz-Robles, 2013):



- *Respiración*: ausencia del ritmo, lentitud, pausas anormales y amontonamiento de frases.
- *Fonatorios*: habla a sacudidas con voz ronca, voz débil o imposibilidad para mantener un sonido.
- *Articulatorios*: incorrecta realización de los fonemas, omisiones y sustituciones.
- *Gestuales*: exceso de mímica al hablar al punto de llegar a hacer imposible la articulación.

### 2.2.1.2 DIFICULTADES EN EL LENGUAJE

Las habilidades que se ven comprometidas por esta discapacidad son las de los lenguajes comprensivo y expresivo. En el lenguaje comprensivo los pacientes presentan vocabulario reducido y problemas para adquirir conceptos básicos, aspecto que dificulta la comprensión de enunciados. Desde el ámbito expresivo, el habla no es inteligible y presentan lenguaje oral limitado o inexistente (Bedia & Manjón, 2006).

### 2.2.2 DISCAPACIDAD INTELECTUAL

La Asociación Americana de Discapacidades Intelectuales y del Desarrollo (AAIDD, antes AAMR) recoge en su 11ª Edición (2010) la siguiente definición de discapacidad intelectual: *“La discapacidad intelectual se caracteriza por limitaciones significativas tanto en el funcionamiento intelectual, como en la conducta adaptativa, que abarca muchas habilidades sociales y prácticas cotidianas. Esta discapacidad se origina antes de los 18 años”*.

De acuerdo a la gravedad, la discapacidad intelectual se ha clasificado en cuatro grados de intensidad en función de la medida del Cociente Intelectual (CI) (Peña-Casanova, 2013):

- *Discapacidad intelectual leve*: CI entre 50-55 y 70.



- *Discapacidad intelectual moderada*: CI entre 35-40 y 50-55.
- *Discapacidad intelectual grave*: CI entre 20-25 y 35-40.
- *Discapacidad intelectual profunda*: CI inferior a 20 o 25.

En relación a la etiología, el 50% de la discapacidad leve no tiene causa conocida, el 16% tiene origen genético y el 34% restante se ha adquirido en la etapa pre, peri o posnatal. En la discapacidad intelectual con CI inferiores a 50, un tercio es de origen desconocido, otro tercio de origen genético y el tercio restante ha sido adquirido en la etapa pre, peri o posnatal.

Entre los principales trastornos del desarrollo intelectual se encuentra el síndrome de Down por el nivel de desarrollo cognitivo y psicomotor que están relacionados con el desarrollo del lenguaje, el síndrome de Williams y el síndrome de cromosoma X frágil (con conductas similares a personas con autismo) (Peña-Casanova, 2013).

### **2.2.3 AUTISMO INFANTIL**

Es un síndrome conductual que se presenta antes de los 3 años con presencia de patrones de comportamiento, intereses y actividades restringidas, repetitivas y estereotipadas; por los diversos grados de severidad y al no existir marcadores biológicos que detecten sus causas aumentan la confusión al momento de la ubicación nosológica. Actualmente se está imponiendo el término Trastorno del Espectro Autista (TEA), a pesar de los avances en la genética son un misterio para la ciencia (Peña-Casanova, 2013). La prevalencia del autismo es de 1 por cada 1000 niños (Peña-Casanova, 2013) y la OMS refiere que 1 de cada 160 niños tiene TEA (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2016).



En relación a la etiología el autismo no es una enfermedad, un diagnóstico de autismo lo único que dice es que un sistema cerebral específico, aún no identificado, es disfuncional y es responsable de los síntomas clínicos para dar el diagnóstico.

El autismo provoca alteraciones del lenguaje y comunicación de cualquier tipo, algunos niños son hiperverbales con problemas de recepción, deficiencias de comprensión, afectación pragmática, etc.

### **2.2.3.1 TRASTORNOS ASOCIADOS**

A continuación vamos a describir brevemente los posibles trastornos asociados al TEA (Peña-Casanova, 2013):

- Por el retraso en la aparición del lenguaje se sospecha de sordera que puede coexistir con el TEA en un mismo niño.
- Tanto el autismo como la disfasia pueden presentar síntomas en común como el retraso en la aparición del lenguaje y trastornos del habla.
- Si los síntomas del síndrome de Landau-Kleffner<sup>5</sup> son detectados antes de los 3 años, es fácil interpretar los rasgos autistas por la conducta del niño ansioso que no habla ni entiende lo que le dicen.
- El autismo y el retraso mental no son excluyentes.

## **2.3 BASES Y FUNDAMENTOS DE LA TERAPIA DEL LENGUAJE**

El área de terapia de lenguaje se encarga de la identificación, evaluación, diagnóstico, tratamiento e intervención en alteraciones del lenguaje, habla, voz y audición. La terapia del lenguaje ayuda de manera importante a los niños, ya que es en la etapa temprana cuando las personas comienzan a hablar y una detección temprana de un trastorno de la comunicación podría mejorar considerablemente su calidad de vida en el

---

<sup>5</sup>Síndrome de Landau-Kleffner: es un raro síndrome neurológico infantil caracterizado por un desarrollo repentino o gradual de la afasia.



futuro.

### **2.3.1 ESQUEMA DEL MODELO CLÍNICO DE TERAPIA DEL LENGUAJE**

A pesar que el tipo de consulta y el tipo de paciente determinan una conducta específica, el esquema o pasos del modelo clínico con sus variaciones y matices se repiten en todos los casos, los cuáles se detallan a continuación (Peña-Casanova, 2013).

#### **2.3.1.1 INTERROGATORIO O ENTREVISTA CLÍNICA**

Se define la información previa a la evaluación del lenguaje, se considera a la historia clínica o anamnesis que debe ser bien hecha para una correcta orientación diagnóstica es necesario definir los problemas fundamentales que permitan evitar errores y la necesidad de exploraciones complementarias. La anamnesis puede contener los siguientes apartados (Peña-Casanova, 2013):

- Historial del nacimiento
- Historial del desarrollo
- Historial médico
- Historial escolar
- Desarrollo neuropsicológico

Cabe recalcar que no hay una anamnesis universal, sin embargo, ésta debe contener la información relevante para una correcta evaluación de enfermedades, trastornos de la comunicación y patologías concomitantes.

#### **2.3.1.2 EXPLORACIÓN CLÍNICA**

Según el tipo de problema la exploración inicia con la conversación inicial y el interrogatorio dirigido, la exploración del lenguaje consiste en valorar la voz, la



articulación, el léxico, la sintaxis, la semántica y los aspectos pragmáticos (Peña-Casanova, 2013).

### 2.3.1.3 EXÁMENES COMPLEMENTARIOS

Los exámenes complementarios deben ser justificados y deben ser realizados cuando sea pertinente, se pueden dividir por especialidades como se puede ver en la Tabla 3 (Peña-Casanova, 2013).

Tabla 3. Exámenes complementarios por especialidad

Examen complementario	Descripción
Exploración de la audición	Realiza el especialista en audiolología.
Exploración neurológica	Los datos deben valorarse en relación con los conceptos de neurología evolutiva.
Exploración psicológica	Son importantes en ciertos casos por ejemplo mutismo selectivo, discapacidad intelectual, etc.
Exploración neuropsicológica	En el niño requiere un enfoque neurobiológico evolutivo y en el adulto un enfoque sociodemográfico.
Examen foniátrico	Son necesarios cuando existen anomalías en el velo, la lengua y los labios.
Exploraciones neurofisiológicas	Son solicitadas por el neurólogo o el foniatra.
Exploraciones de neuroimagen	Tiene las indicaciones en el diagnóstico nosológico y en la delimitación topográfica de las lesiones cerebrales tales como tomografía computarizada, resonancia magnética, entre otros.



---

Otras técnicas

Audición dicótica, taquistoscopia, estudios bioquímicos, estudios genéticos, etc.

---

#### **2.3.1.4 DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL**

Para dar un diagnóstico diferencial es necesario que a más de las alteraciones del lenguaje, el habla y la voz, se tomen en cuenta los casos de trastornos evolutivos del lenguaje graves, disfasias, mutismos, etc.

#### **2.3.1.5 TRATAMIENTO**

El objetivo de la terapia de lenguaje es mejorar las habilidades comunicativas en relación a las necesidades cotidianas del paciente. Dentro de las bases fundamentales el plan de tratamiento debe basarse en diagnósticos correctos y la terapia debe tener una orientación preventiva que es muy importante en los trastornos propios de la “logopedia escolar” (Peña-Casanova, 2013).

Las personas involucradas en el tratamiento son los miembros de la familia en general, por lo tanto es importante dar a conocer el trastorno del paciente para contar con su colaboración y además, en muchos casos se requiere la comunicación con el entorno educativo, surgiendo por ello la necesidad de la colaboración logopeda-maestro (Fernández & Ganzarain, 2004).

Los métodos o técnicas específicas se harán de acuerdo al diagnóstico y prioridades establecidas (Peña-Casanova, 2013), se debe establecer una línea base con objetivos a corto y largo plazo en dónde es importante que exista flexibilidad por cualquier circunstancia que pueda ocurrir dentro de la terapia.

El terapeuta de lenguaje puede utilizar técnicas terapéuticas, las cuales deben ser aplicadas según sea el caso, ya que pueden darse situaciones en que la interacción humana es más importante que los métodos electrónicos o informáticos. Por otro lado, el





material que utilice para su trabajo tiene que estar adaptado a las necesidades del paciente, con recursos tales como láminas, juegos, gráficos, etc.

La terapia del lenguaje no es una profesión aislada, ya que en muchos casos requiere la intervención de un equipo multiprofesional para la detección de diferentes factores.

La rehabilitación es mucho más que un método estricto logopédico, por lo tanto, debe centrarse en el concepto de rehabilitación de pacientes considerando su realidad demográfica, familiar, social y laboral (Peña-Casanova, 2013). En tal virtud, depende de la experiencia del profesional para una correcta estrategia de intervención.

## **2.4 CONTRIBUCIONES TECNOLÓGICAS EXISTENTES PARA EL SOPORTE A LA TERAPIA DEL LENGUAJE**

En esta sección se va a realizar una breve revisión del estado del arte de los diferentes aportes realizados para la terapia del habla y lenguaje, para lo cual se va a dividir de acuerdo a los grupos de trastornos planteados al inicio de este capítulo, los cuales se detallan en las siguiente subsecciones.

### **2.4.1 TRASTORNOS DEL LENGUAJE**

La mayoría de personas con afasia experimentan dificultades para recordar cosas, a lo que se le conoce como anomia. En relación a esta dificultad Higgins, Kearns & Franklin (2012) desarrollaron una aplicación móvil que se basa en el análisis de características semánticas para la terapia de lenguaje de pacientes con afasia. Esta aplicación emplea 6 categorías: acción, asociación, grupos, ubicaciones, propiedades y uso de objetos. Esta aplicación se desarrolló con *Objective-C*<sup>6</sup> a fin de ser empleada en *iPads* y con componentes estándar de Flex<sup>7</sup> para el entorno web. Este trabajo se puso a prueba con un grupo pequeño de participantes con 2 terapeutas del habla y lenguaje y se obtuvieron buenos resultados en relación a la aceptación de la aplicación.

---

<sup>6</sup> Objective-C: lenguaje de programación que se utiliza para escribir software para el sistema operativo móvil iOS y OS X.

<sup>7</sup> Flex: software para desarrollar aplicaciones web.



En la línea de terapistas virtuales que contribuyen en la rehabilitación de la anomia Abad, Pompili, Costa, Trancoso, Fonseca, Leal, Farrajota & Martins (2013) proponen un sistema virtual para el tratamiento de la afasia, llamado *Virtual Therapist for Aphasia Treatment* (VITHEA) que ayuda al paciente a recordar contenidos a través de fotos o dibujos que se presentan en una plataforma web. El rol del logopeda es realizado por un “terapeuta virtual” que presenta ejercicios y valida las respuestas del paciente utilizando la tecnología de reconocimiento automático del habla (ASR, por sus siglas en inglés). El corpus contiene dos tipos de habla afásica en portugués, uno que es fluida y otro donde las grabaciones son de pacientes cuya habla no es fluida. Los resultados obtenidos para el reconocimiento automático del habla fue una correlación entre el humano y la aplicación automática de 0.904.

En el ámbito de programas computarizados y aplicaciones de realidad virtual Stark, Pons, & Daniel (2013) analizaron los desafíos de integración de aplicaciones virtuales en la terapia del lenguaje (ELA, por sus siglas en inglés) para personas con afasia relacionada principalmente con las actividades de la vida diaria. Para ello, toman en cuenta los 10 principios de plasticidad neuronal los cuáles se pueden observar en la Tabla 4 (Kleim & Jones, 2008). De los principios descritos que consideraron más relevantes para el trabajo con la computadora fueron 1) usarlo o perderlo, 2) usarlo y mejorarlo, 4) repetición y 5) intensidad, estos principios guardan estrecha relación con la plasticidad del cerebro y con lo cual se busca mejorar las actividades de la vida diaria que están enfocadas en la producción y comprensión de palabras, frases, textos y diálogos. En la casa virtual ELA® se cuenta con objetos tales como paredes, ventanas, pisos, etc., y contiene tres tareas de lenguaje para el entrenamiento en el nivel de palabras y oraciones: 1) descubrimiento, 2) descubrimiento estructurado y 3) desarrollo de memoria. La propuesta se encuentra en etapa de pruebas.

Para evaluar los efectos de los tratamientos asistidos por computadora para la anomia de pacientes con afasia crónica Corwin, Wells, Koul, & Dembowski (2014) realizaron un estudio a 6 participantes con afasia crónica que usaron los programas de



“Parrot software” en un tratamiento de 32 horas durante 4 semanas. El objetivo principal fue determinar si los pacientes con afasia mejoraron la habilidad para la búsqueda de palabras durante la realización del discurso y como resultado se observó que con el tratamiento existe una mejoría en las pruebas BNT<sup>8</sup> de 24 a 34 y de WAB N&W<sup>9</sup> de 5.6 a 6.4. El segundo propósito de este trabajo, fue determinar la satisfacción de los pacientes con afasia al usar intervención computarizada, obteniendo resultados se encontraron sobre el percentil 75 por lo tanto existió una aceptación positiva del tratamiento.

Tabla 4. Principios de plasticidad neuronal (Kleim & Jones, 2008).

Principio	Descripción
Usarlo o perderlo	No ejecutar determinadas funciones del cerebro puede llevar a una degradación funcional.
Usarlo o mejorarlo	El entrenamiento una determinada función del cerebro puede ayudar a mejorar dicha función.
Especificidad	La naturaleza de la experiencia del entrenamiento dicta la naturaleza de la plasticidad.
Repetición	La inducción de la plasticidad requiere una adecuada repetición: repetir para recordad - recordar para repetir.
Intensidad	La inducción de la plasticidad requiere una adecuada intensidad en el entrenamiento.
Tiempo	Diferentes formas de plasticidad ocurren en distintos momentos durante el entrenamiento.
Relevancia	La experiencia del entrenamiento debe ser lo suficientemente relevante para inducir la plasticidad.

<sup>8</sup> Boston Naming Test (BNT): Es una herramienta ampliamente utilizada de evaluación neuropsicológica para medir la recuperación de palabras confrontacionales en individuos con afasia u otra alteración del lenguaje causada por un accidente cerebrovascular, la enfermedad de Alzheimer u otro trastorno.

<sup>9</sup> WAB N&W: Western Aphasia Battery Naming and Word Finding subtest.



---

Edad	La plasticidad inducida a través del entrenamiento ocurre de mejor manera en cerebros jóvenes.
Transferencia	La plasticidad en respuesta de una experiencia de entrenamiento puede mejorar la adquisición de comportamientos similares.
Interferencia	La plasticidad en respuesta de una experiencia puede interferir con la adquisición de otros comportamientos.

---

Marshall et al. (2016) realizaron la evaluación de la intervención para personas con afasia con la plataforma de realidad virtual llamada *EVA Park*, es una isla virtual en línea desarrollada para la plataforma OpenSimulator<sup>10</sup>. Esta aplicación fue creada con la colaboración de personas con afasia y contenía lugares simulados como casas, un café, un restaurante, un centro de salud, un salón de belleza, un bar y una discoteca. Se caracterizaba porque el ambiente es interactivo y permite interactuar con varios usuarios, además tenía características desarrolladas para estimular la conversación. Se evaluaron a 20 personas con afasia que tuvieron una intervención durante 5 semanas con sesiones diarias en EVA Park, se exploraron los efectos de la intervención sobre las habilidades de comunicación y lenguaje, confianza en la comunicación y sentimientos. Este estudio incluyó a un grupo que recibió tratamiento de manera inmediata y otro que se encontraba en la lista de espera, todos recibieron al menos el 88% del tratamiento previsto, como resultado se obtuvo un aumento significativo en la comunicación funcional.

La evaluación precisa y oportuna de la disfagia en niños con Parálisis Cerebral (PC) es crítica, para las personas con limitaciones en asistencia sanitaria de calidad, la telesalud puede ser una opción. En este campo Kantarcigil, Sheppard, Gordon, Friel & Malandraki (2016) llevan a cabo un experimento con un proceso de telesalud asíncrono para evaluar la disfagia en los niños con parálisis cerebral a través de una evaluación clínica estandarizada. Se evaluaron (cara a cara) en tres comidas a 19 niños de edades

---

<sup>10</sup> OpenSimulator: es un servidor 3D de código abierto que permite crear ambientes virtuales (mundos virtuales). [http://opensimulator.org/wiki/Main\\_Page/es](http://opensimulator.org/wiki/Main_Page/es)



comprendidas entre 6.9 y 17.5 años utilizando la herramienta (*Dysphagia Disorder Survery* - DDS, por sus siglas en inglés) y la escala de manejo del estado de la disfagia (*Dysphagia Management Staging Scale* - DMSS) (Sheppard, Hochman & Baer, 2014). Los horarios de la comida fueron grabados en videos para luego ser evaluados de manera asíncrona por otro especialista y se contó con 57 sesiones. Como resultado se determinó que si existe un acuerdo substancial y excelente entre la evaluación cara a cara y la evaluación asíncrona remota con un valor de 78 a 100% para las variables de DDS (deglución de alimentos líquidos y sólidos, recepción de líquidos y sólidos, contención del bolo alimenticio, masticación y signos post-deglución) y del 83 a 89% para el transporte oral y la deglución paralaríngea.

#### **2.4.2 TRASTORNOS DE LA COMUNICACIÓN**

El Mutismo Selectivo (MS) es un trastorno que se caracteriza por la incapacidad o limitación en la expresión en ciertos ambientes sociales (Mutismo Selectivo Informe de la Red Norteamericana de Ansiedad en la Infancia, 2004). Recientes estudios sugieren que la Terapia Cognitivo Conductual (CBT, por sus siglas en inglés) contribuye a mejorar el a los pacientes con mutismo selectivo. En esta línea Ooi, Raja, Sung, Fung & Koh (2012), desarrollaron un programa de CBT basado en la web y llamado “Meeky Mouse” para los niños de Singapur con MS. El programa incluye reconocimiento de sentimientos, reacciones corporales y un chat para mejorar la comunicación social; además fue adaptado al lenguaje, a los escenarios y a las experiencias sociales y culturales de Singapur. El programa se aplicó a 5 niños (1 varón y 4 niñas de 6 a 11 años) de Singapur durante 14 semanas, además también se administraron dosis sin cambios de Fluoxetina 10 a 20 mg al día. Como resultado, 4 de los 5 niños mejoraron la comunicación verbal en la escuela, en el hogar y fuera de la casa, la mayoría de parientes (60%) reportaron una mejoría luego del tratamiento en otros ambientes, por lo tanto este programa permitió mejorar el habla y de niños con MS. En la Figura 1 podemos observar la interfaz del programa.

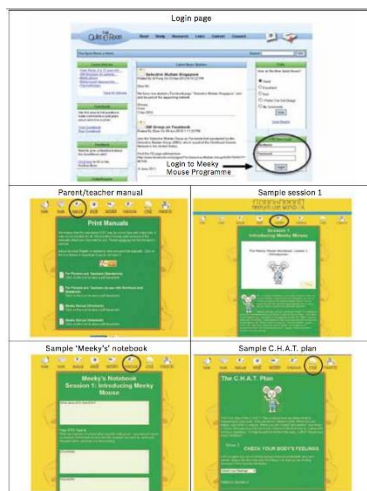


Figura 1. Captura de pantalla del programa  
“Meeky Mouse” (Ooi et al., 2012)

Siguiendo la línea del MS, Bunnell & Beidel (2013) describieron el caso del tratamiento de una niña de 17 años de edad (Nina) con diagnóstico de MS comórbido y desórdenes de ansiedad social. El objetivo del tratamiento fue disminuir esta ansiedad y que de esta forma ella pudiese hablar en situaciones de ámbito social. Para mejorar el tratamiento se utilizaron aplicaciones iPad que proveen de herramientas potencialmente importantes para el tratamiento del habla y para apoyar en las destrezas sociales tales como iniciar y mantener conversaciones, hablar por el teléfono, destrezas para hablar en público, etc. Como resultado del tratamiento aplicado a Nina, mejoraron sus experiencias de la vida diaria (por ejemplo incrementó la conversación y participación en ambientes sociales y disminuyó la ansiedad durante las mismas), además comenzó a hablar con mayor frecuencia en una conversación de 0% (pre-tratamiento) vs 15% (post-tratamiento) y en un discurso improvisado mejoró de 0% (pre-tratamiento) vs 68% (post-tratamiento), por último respondió a más preguntas en una conversación de 0% (pre-tratamiento) vs 95% (post-tratamiento). Con estos resultados concluyen que el uso de estas tecnologías conjuntamente con los tratamientos puede ayudar a mejorar el comportamiento de personas con MS.



### 2.4.3 DESÓRDENES DEL LENGUAJE COMPRENSIVO Y EXPRESIVO

En esta sección se van a revisar los aportes más recientes sobre el diagnóstico e intervención del lenguaje comprensivo y expresivo.

La detección temprana de desórdenes de lenguaje en la etapa infantil puede facilitar el diagnóstico y tratamiento para mejorar la calidad de vida de los niños. En esta línea Martín-Ruiz, Valero Duboy & Pau de la Cruz (2013) presentan el desarrollo y validación de un sistema inteligente para la detección temprana de desórdenes. El sistema se construye a partir de una base de conocimiento limitada y empleando la metodología CommonKADS (*Knowledge Acquisition and Documentation Structuring*) y Methontology. Con el trabajo multidisciplinario de expertos en neuro-pediatría, neonatología y desórdenes de lenguaje se modeló la ontología con reglas para detectar posibles problemas en el desarrollo y para esto utilizaron 21 casos. El sistema experto web permitió a los usuarios ingresar los datos de pacientes y generar alertas para los casos con un desorden en el desarrollo y la evaluación del sistema se realizó con casos retrospectivos de niños cuya respuesta es consistente con las expectativas.

Siguiendo esta misma línea Martín Ruiz, Valero Duboy, Torcal Lorient & Pau de la Cruz (2014) presentaron los resultados de la evaluación de un sistema basado en la web para soporte a la decisión clínica (CDSS, por sus siglas en inglés) denominado “Gades” que puede ser usado por los pediatras para detectar desórdenes de lenguaje en la etapa infantil. El sistema cuenta con una ontología relacionada a la adquisición del lenguaje y reglas para generar alertas “*Alert Milestones*” (recomienda visitar a un pediatra) o alarmas “*Alarm Milestones*” (sugiere la derivación directa a un especialista en trastornos del lenguaje) para evaluar las áreas del desarrollo del habla y lenguaje tales como la recepción sensorial, percepción del habla, la producción del habla y pragmática. Para validar Gades CDSS un terapeuta de lenguaje evaluó los resultados obtenidos de 146 niños con posibles desórdenes de lenguaje aplicados en la escuela de enfermería Legamar (*Legamar Nursery School*). El proceso de evaluación mostró una tasa de aceptación global del 83%(122/146) en la evaluación del lenguaje.



#### 2.4.4 TRASTORNOS DEL HABLA

En esta sección se va revisar los aportes más recientes sobre los trastornos del habla tales como disartria, dislalia, entre otros.

Beijer et al. (2010) presentan una aplicación web para terapia del habla basada en tele-rehabilitación. Esta aplicación se denomina EST (*E-Learning-Based Speech Therapy*) y está enfocada en pacientes con disartria con alteraciones neurológicas adquiridas. Este sistema combina archivos de audio e instrucciones de texto para llevar a cabo los ejercicios. Los archivos de sonido se encuentran en formato MP3 y los archivos de voz grabados y cargados por los pacientes durante las sesiones en formato WAV. El módulo de prueba contiene texto asociado con estímulos del habla para que el paciente produzca, guarde y suba a la plataforma los archivos de voz. Todos estos archivos forman una base de datos semi-automática que permite evaluar los efectos de las terapias y a futuro podría ayudar en las investigaciones de las patologías del habla.

Caballero-Morales & Trujillo-Romero (2014) presentaron un enfoque que integra múltiples patrones de pronunciación para mejorar el reconocimiento del habla disártrica. La integración fue realizada examinando las respuestas de un sistema de Reconocimiento Automático del Habla (ASR, *Automatic Speech Recognition*, por sus siglas en inglés), el peso de cada respuesta fue estimado por un algoritmo genético (AG) optimizando la técnica de Metamodelos que están basados en Modelos Ocultos de Markov (MOM), se crearon micro algoritmo genéticos (GA0 y GA1) que trabajan con poblaciones pequeñas (4 o 5 individuos), convergen rápidamente con pocas iteraciones y proveen una estimación similar a un algoritmo genético convencional. Esta propuesta contiene la base de datos Nemours que fue extendida ortográfica y fonéticamente y para mejorar el rendimiento del sistema ASR se crearon estimaciones más precisas de la matriz de confusión de fonemas. Los resultados de la evaluación realizada para el reconocimiento de palabras fueron en MOM clásicos 54.70%, Meta modelos 73.41%, Mult-GA0 76.72% y Mult-GA1 77.54%.





En la línea de mundos virtuales Rivas & Molina (2012) presentaron una alternativa para soporte al tratamiento de niños con dislalia y la combinación de la terapia tradicional con actividades realidad virtual. El objetivo de esta propuesta es que los pacientes puedan realizar ejercicios y mejorar sus destrezas articulatorias conforme a los fonemas y sínfonos que causan la dislalia. La interacción se da mediante un avatar y las actividades de articulación que se presentan son lúdicas. Por otra parte, la información guardada permite la retroalimentación por parte de los terapeutas. La evaluación de la propuesta fue basada en el criterio cualitativo de algunos centros y escuelas que atienden a niños con estos casos, es decir, a través de la observación e interacción con los niños, como resultado los terapeutas indicaron que es útil para aprender los sonidos afectados.

Sivakova, Totkov & Blagoev (2011) desarrollaron una base de datos y un sistema web para la generación y administración automática de ejercicios fonéticos. Se crearon modelos de transcripción fonética de texto y silabeo y un diseño e implementación de un sistema para modelado, generación y administración de ejercicios y además métodos para diferentes categorías de desórdenes. Los tipos de ejercicios fonéticos utilizados fue del fonético búlgaro que tiene 45 fonemas, 6 vocales y 39 consonantes. La propuesta fue un modelo de ejercicios basados en un reducido grupo de elementos como: una condición de texto, un sonido, un dibujo, una frase, oraciones de un dibujo, etc. Como uno de los ejemplos plantean ejercicios de examinación de percepción fonética con dibujos de animales. Para la transcripción fonética el sistema utiliza el analizador morfológico BULMORPH y en la base de datos se incluyeron objetos con características semánticas. Este sistema no está implementado completamente.

Lopes, Veiga & Perdigão (2012) crearon una base de datos para usar en sistemas de terapia de lenguaje asistida por computadora con el objetivo de ayudar a niños que sufren de dislalia. La base de datos contiene grabaciones en portugués y para obtener las mismas se realizaron sesiones donde se incluía un set de 200 imágenes fácilmente identificables por niños de 5 a 6 años. Los datos recogidos fueron de 111 hablantes diferentes (55 hombres y 56 mujeres) de varios jardines de la región central de Portugal,



cada participante pronunció 40 palabras, sin embargo, únicamente 3726 archivos fueron válidos. Todas las oraciones fueron manualmente validadas y etiquetadas.

En terapia de lenguaje Grossinho, Cavaco, & Magalhães (2014) desarrollaron un conjunto de herramientas para asistir durante y después de las terapias, una de ellas incluye un ambiente interactivo similar a un juego con la modalidad de “recompensas” y una herramienta fuera de línea que contiene las grabaciones de las sesiones que permite a los terapeutas evaluar el progreso de los pacientes y realizar futuras planificaciones. El ambiente interactivo fue diseñado para ser utilizado en las sesiones de terapia y tiene como ventaja que emplea retroalimentación. Una sesión consiste en la imitación de ejercicios vocales y faciales presentados en la pantalla que son escogidos por el terapeuta o en la presentación de imágenes (por ejemplo animales) asociadas a los fonemas y onomatopeyas con un sistema de recompensas que puede ser activado cuando el niño tiene un buen rendimiento (a través del cual se pueden sentir motivados). No se han reportado pruebas de la herramienta, sin embargo, los terapeutas que la usaron dieron una respuesta positiva y confirman que puede ser una alternativa muy útil.

Por otro lado, para el tratamiento de pacientes con desórdenes en el desarrollo Frost & McCrindle (2014) crearon un sistema con alta calidad de voz y reconocimiento facial usando la interfaz Kinect y su respectivo *hardware*, cuyo propósito fue proveer una aplicación interactiva para terapia de lenguaje que pueda ser utilizada por los pacientes en su propia casa, estos datos serán recogidos remotamente para que los profesionales realicen el monitoreo del progreso del tratamiento y tiene los siguientes componentes:

- Se basa en juegos con los cuáles el paciente interactúa. Por ejemplo uno de los juegos presenta palabras cortadas en partes fonéticas como parte del entorno de un parque de diversiones (ver Figura 2); el objetivo es que se complete el fonema correcto y la barra de energía de la parte derecha se iluminará (cuando la respuesta es correcta) casi de la misma manera que se llena la máquina de “hombre fuerte” cuando es golpeada con un mazo que generalmente se ven en los parques de diversiones.

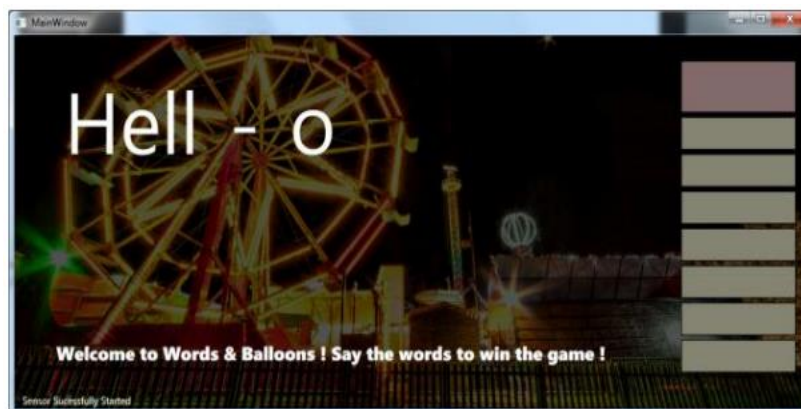


Figura 2. Interfaz de un juego para terapia de lenguaje  
propuesto por Frost & McCrindle (2014).

- Posee una aplicación móvil para uso de los terapeutas para el monitoreo constante.
- Permite realizar ejercicios de reconocimiento facial para guiar el correcto movimiento de los labios.

El prototipo de la aplicación ha sido probado con una lista de posibles fonemas y la prueba clave fue el reconocimiento de fonemas pronunciados usando los dos métodos de audio y video, se obtuvieron buenos resultados. Los autores no describen valores exactos.

En el campo de la articulación del código fonético en niños con discapacidad, Timbi-Sisalima, Robles-Bykbaev, Guiñansaca-Zhagüi, Capón-Albarracín & Ochoa-Arévalo (2015) presentan el sistema ADACOF para el aprendizaje del código fonético con el apoyo de tecnologías móviles ya sean *tablets* o teléfonos móviles basados en el sistema operativo Android. Este sistema evalúa las dificultades de articulación empleando los *tests* de articulación espontánea y repetitiva y la generación de planes de trabajo. Las tareas que permite realizar es la aplicación del TAR (Test de Articulación Repetitivo), planificación de ejercicios para la terapia y generación de informes de trabajo. Para evaluar la potencialidad del sistema se aplicó a 32 niños de Cuenca-Ecuador, permitiendo detectar errores por omisión, distorsión y sustitución en elementos fonológicos.



Dependiendo del caso el sistema recomendó una lista de ejercicios del módulo de ejercicios logocinéticos, módulo de ejercicios de percepción, módulo de cuaderno de articulación, entre otros. Además se observó que el terapeuta del lenguaje en promedio invierte 1 hora y 30 minutos de trabajo diario por niño, sin embargo con ADACOF se requiere aproximadamente 30 minutos para el seguimiento y planificación futura.

Calleja Reina, Luque Liñán, Rodríguez Santos & Liranzo Grajales (2015) presentan un estudio de dos casos de Parálisis Cerebral (PC) de componente espástico y con graves problemas de comunicación debido a una fuerte disartria. El estudio tuvo dos objetivos comprobar si el dispositivo Makey-Makey (Mk-Mk) sirve como un dispositivo de apoyo a la comunicación dentro de un Sistema de Comunicación Alternativo y/o Aumentativo (SCAA) y verificar si con este dispositivo los participantes podían mejorar sus habilidades de comunicación, particularmente en las producciones lingüísticas relacionadas a las necesidades básicas. Las personas del estudio tenían 37 años de edad (sujeto 1) y 25 años (sujeto 2) con PC tipo espástica con grave alteración motórica. El Mk se utilizó como pulsador para transmitir mensajes en una pantalla de ordenador a través de piezas de plastilina convertida en la tecla "intro" para seleccionar la fila del teclado correspondiente y después elegir la letra concreta y posteriormente la aplicación predice una palabra completa. El experimento tuvo dos fases, como resultado de la fase A con 5 sesiones indica la ausencia total de producciones y la fase B luego de un entrenamiento de 1 semana a los sujetos de estudio con el dispositivo Mk, se observó en cada sesión un incremento substancial llegando a obtener 6 producciones (sesión 10) para expresar necesidades básicas emitidas con Mk (tengo hambre, quiero agua, me gusta, quiero ordenador). Posteriormente tuvieron una fase de mantenimiento para comprobar si luego de 1 mes de descanso aún recordaban el uso del dispositivo y la manera de producir los objetivos comunicativos y como resultado obtuvieron 6 producciones en cada sujeto. Por lo tanto, concluyeron que se ha producido un incremento de la competencia comunicativa con el uso de la interfaz Mk.



## 2.4.5 TRASTORNOS DE LA AUDICIÓN

En esta sección se describen los aportes más recientes en referencia a los trastornos de la audición.

Cole et al. (1999) describieron las experiencias con un agente conversacional animado que fue utilizado en las actividades diarias de niños con sordera profunda, para lo cual analizaron al agente animado Baldi. Este agente trabaja con CSLU *toolkit*<sup>11</sup> cuya herramienta integra reconocimiento de voz, síntesis de texto a habla, y tecnologías de animación. Para interactuar con el agente los estudiantes a través de habla, texto o clicks del ratón generan una entrada y Baldi responde mediante una síntesis auditivo-visual, es decir, cuando habla su respuesta también se presenta con animaciones faciales sincronizadas con el habla y el aparato articulatorio (por ejemplo durante una terapia, el agente a través de la transparencia puede mostrar el movimiento de los labios y lengua al generar una respuesta). Los autores notaron que los agentes animados pueden ayudar a mejorar la experiencia entre la interacción humano-máquina en base a la experiencia de la escuela *Tucker Maxon Oral School*, pero no se han descrito valores exactos de esta evaluación.

Alamoudi et al. (2013) describieron el diseño conceptual de Sada, un programa multimedia para terapias de discriminación auditiva en idioma árabe implementado para contribuir con un entrenamiento computarizado. Este programa tiene una base de conocimiento que puede ser extendida con diferentes palabras de varios dialectos locales para las poblaciones que hablan en idioma árabe, el diseño del sistema se basa en el estándar ISO 13407 y la meta fue proveer efectivas soluciones mediante juegos para mejorar las habilidades auditivas de niños con dificultades (por ejemplo, inhabilidad para percibir las diferencias entre fonemas) tanto en las clínicas como en el hogar. Los autores no dieron a conocer valores exactos de las pruebas del sistema.

En la línea de rehabilitación del habla Loaiza et al. (2013) propusieron un prototipo

---

<sup>11</sup> <http://www.cslu.ogi.edu/toolkit/>

de videojuego para niños con discapacidad auditiva que utilizan algún dispositivo de ayuda auditiva (por ejemplo un implante coclear), esta aplicación se basa en la teoría auditivo-verbal y el refuerzo de la producción de la voz. Entre las características más importantes de este prototipo tenemos las que se detallan a continuación:

- Permite prescribir ejercicios al paciente a través de mini juegos con reglas para ir ascendiendo de niveles y cada ejercicio cuenta con su respectiva evaluación. En la Figura 3, se puede observar la imagen de la interfaz del juego cuya meta es llegar al racimo de guineos, en este caso el mono pasa una rama cuando las sílaba se pronuncie correctamente, caso contrario caerá.

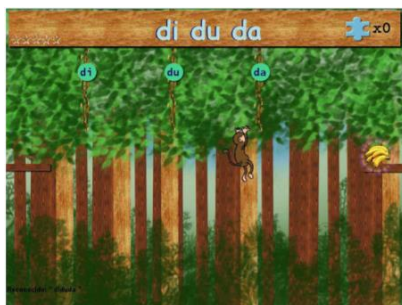


Figura 3. Interfaz de un juego de rehabilitación del habla  
propuesto por Loaiza et al. (2013)

- Se diseñaron diferentes tipos de actividades agrupando distintos ejercicios acorde al número de sílabas, vocales y consonantes.
- El módulo de reconocimiento de voz usó Modelos Oculto de Markov (MOM) y la herramienta *Markov Model Toolkit* (HTK)<sup>12</sup>.
- El corpus usó alrededor de 8000 ejemplos.
- El coeficiente de predicción lineal que fue usado para el prototipo final fue del

<sup>12</sup> Hidden Markov Model Toolkit (HTK): es un kit de herramientas portátil para construir y manipular modelos ocultos de Markov.

80.51%.

Cano, Peñeñory, Collazos, Fardoun & Alghazzawi (2015) presentaron un juego con un diseño personalizado denominado “Entrenamiento con Phonak”, para apoyar a la terapia en la adquisición de habilidades auditivas para niños con implantes cocleares. El juego se diseñó en 5 etapas, comenzando por detección, discriminación, identificación, reconocimiento y comprensión y cada nivel posee un grupo de actividades que facilitan la adquisición de destrezas para escuchar y hablar. Para motivar en las sesiones de terapia se crearon escenarios educativos y de entretenimiento (por ejemplo recrear una historia para Phonak) a través de actividades guiadas por la aplicación. Respecto a las pruebas los autores no dan a conocer datos. En la Figura 4, se puede observar la interfaz de inicio de la aplicación.



Figura 4. Ventana principal del juego "Entrenando con Phonak" propuesto por Cano et al. (2015)

En relación a personas con dificultades de audición San Juan, Jamett, Kaschel, & Sánchez (2016) proponen un sistema que combina la utilización de Transformadas de Wavelet (WT, *Wavelet Transform*<sup>13</sup>), Coeficientes de Predicción Lineal (LPC, *Linear Predictive Coding*<sup>14</sup>) y Redes Neuronales Artificiales (ANN, *Artificial Neural Networks*<sup>15</sup>) para el reconocimiento de vocales y sílabas del idioma español, está dirigida a personas

<sup>13</sup>Transformadas de Wavelet: llamada transformada de ondícula es un tipo especial de transformada matemática que representa una señal en términos de versiones trasladadas y dilatadas de una onda.

<sup>14</sup>Coeficiente de Predicción Lineal (LPC): es un tipo de codificador ampliamente utilizado en audio digital.

<sup>15</sup>Red Neuronal Artificial: es un sistema de interconexión de neuronas que colaboran entre sí para producir un estímulo de salida.



con Trastornos de Audición (TA). El sistema permite al usuario con TA digitar la vocal o sílaba que desea aprender, luego la selecciona a través de una interfaz amigable y el sistema entrega instrucciones con lenguaje de señas y videos con el movimiento de los labios al pronunciar la misma, se graba la pronunciación del usuario, por último se adquiere esta información e indica el nivel de cercanía que tuvo en la pronunciación. Para el entrenamiento del sistema se utilizó 130 ejemplos por cada vocal y obtuvieron un 81% de asertividad en los coeficientes de LPC que se ingresan a la red de vocales y el nivel de similitud para el reconocimiento de vocales es de 0.69. Para la red de sílabas utilizaron 520 ejemplos con una asertividad del 72% y con un nivel de similitud de 0.60. El sistema no ha sido evaluado por un experto en el lenguaje se encuentra en un prototipo.

## **2.5 ANÁLISIS DE APORTES Y LIMITACIONES DE LAS CONTRIBUCIONES EXISTENTES**

En la Tabla 5 se observa un breve análisis de los aportes existentes con sus limitaciones y cuyos criterios se basan en el enfoque propuesto por Robles, V. (2016). En primer lugar se da a conocer algunas características muy puntuales que se deberían tomar en cuenta para contribuir de mejor manera a la terapia del lenguaje con el apoyo de las tecnologías de la información:

- Es fundamental conocer que un paciente no solamente puede tener un desorden del lenguaje, ya que existen discapacidades que pueden ser concomitantes que cambian sustancialmente la planificación de la terapia del lenguaje y por consiguiente varía el enfoque del plan de intervención.
- Debido a cada una de las características y sus grados de afectación es posible que dependiendo del caso se requieran diferentes tipos de herramientas para la intervención, por ejemplo herramientas que funcionen con *tablets*, teléfonos, ordenadores, etc.
- Es importante tomar en cuenta que el ritmo de progreso de cada paciente es





diferente por lo que se debe contar con herramientas que permitan realizar el seguimiento del progreso dependiendo del perfil y sus habilidades.



Tabla 5. Análisis de los aportes y limitaciones de las contribuciones existentes.

Trastorno	Autores	Año	Área	Soporte a pacientes con discapacidad	Modelado y gestión del conocimiento	Uso de vocabularios estandarizados	Incorporación de herramientas inteligentes	Desarrollo del sistema	Escalabilidad/adaptabilidad
Afasia	Higgins, Kearns & Franklin	2012	Anomia	Si	No	No	No	Si	No
	Abad et al.	2013	Anomia	Si	No	No	No	Si	No
	Starks, Pons & Daniel	2013	Anomia	Si	No	No	No	Si	No
	Corwin et al.	2014	Anomia	Si	No	No	No	No	No
	Marshall et al.	2016	Anomia	Si	No	No	No	Si	No
Disfagia	Kantarcigil et al.	2016	Telesalud	Si	No	No	No	No	No
Mutismo selectivo	Ooi et al.	2012	Terapia cognitivo conductual	No	No	No	No	Si	No
	Bunnell & Beidel	2013	Desórdenes de ansiedad	No	No	No	No	No	No
Trastorno Específico del Lenguaje	Martín-Ruiz et al.	2013	Detección temprana de desórdenes del lenguaje	Si	Si	No	Si	Si	No
	Martín-Ruiz et al.	2014	Detección temprana de desórdenes del lenguaje	Si	Si	No	Si	Si	No
Disartria	Beijer et al.	2010	Terapia del habla	Si	No	No	No	Si	No
	Caballero-Morales & Trujillo-Romero	2014	Reconocimiento de la voz	Si	No	No	Si	Si	No



	Calleja et al.	2015	Producción lingüística	Si	No	No	No	Si	No
Dislalia	Rivas & Molina	2012	Articulación	No	No	No	No	Si	No
	Lopes et al.	2012	Articulación	No	No	No	No	Si	No
General	Sivakova et al.	2011	Fonética	No	No	No	No	Si	No
	Grossinho et al.	2014	Terapia del lenguaje	No	No	No	Nos	Si	No
	Frost y McCrindle	2014	Terapia del lenguaje	No	No	No	Si	Si	No
	Timbi-Sisalima et al.	2015	Fonética	Si	No	No	No	Si	No
Trastornos de la audición	Cole et al.	1999	Auditiva-visual	Si	No	No	Si	Si	No
	Alamoudi et al.	2013	Discriminación auditiva	Si	No	No	No	Si	Si
	Loaiza et al.	2013	Auditiva-verbal	Si	No	No	No	Si	No
	Cano et al.	2015	Terapia auditiva	Si	No	No	No	Si	No
	San Juan, et al.	2016	Audición	Si	No	No	Si	Si	No



En base a lo expuesto anteriormente, se puede decir que las herramientas que se deben diseñar y desarrollar deberían considerar en primer lugar los antecedentes del paciente, la discapacidad y el trastorno del lenguaje para generar una planificación adecuada a cada perfil. Si bien es cierto se han diseñado y creado ciertas aplicaciones para algunos trastornos más comunes como la afasia (para tratar principalmente la anomia), disartria, dislalia, entre otros., no siempre se está considerando que un paciente puede estar afectado además por una discapacidad conjuntamente con un desorden de lenguaje. Por ejemplo Kantarcigil et al. (2016) trabajan con niños con parálisis cerebral pero sólo se enfocan a la deglución.

En relación a los modelos de conocimiento claramente se puede observar que la mayor parte de las contribuciones no tiene un modelo adecuado, no existe un modelo amplio que represente todo el conocimiento relacionado a la terapia del habla y lenguaje en las diferentes áreas tales como habla, audición, lenguaje expresivo y lenguaje comprensivo y los trastornos del lenguaje. Sin embargo para representar el conocimiento y el uso de vocabularios estandarizados (Martín-Ruiz et al., 2013; 2014) diseñaron una ontología para la detección temprana de desórdenes del desarrollo, pero se centran únicamente en algunos desórdenes muy puntuales del lenguaje.

En las contribuciones con la incorporación de técnicas de inteligencia artificial en la propuesta de Caballero-Morales & Trujillo-Romero (2014) crean patrones de pronunciación para el habla disártrica, sin embargo, sería importante ampliar estos patrones para otro tipo de trastornos del lenguaje que incluyan más fonemas por ejemplo para tratar la dislalia. Por otro lado, con el uso de redes neuronales en la propuesta de San Juan, et al. (2016) permite ayudar a pacientes con trastornos de audición, con un alto porcentaje de asertividad en las pruebas, sin embargo el sistema aún no ha sido evaluado por un especialista en el área. Las técnicas de inteligencia artificial no están explotadas en su totalidad para apoyar de manera potencial en varios trastornos, posiblemente esto se debe a la falta de modelos adecuados de conocimiento.



Las aplicaciones analizadas se encuentran diseñadas y desarrolladas para un fin determinado por lo que difícilmente se podría añadir módulos para agregar nuevos elementos relacionados a actividades, diagnósticos, etc. relacionados al área de terapia del lenguaje, por lo que carecen de escalabilidad y adaptabilidad.

En base al análisis realizado a continuación tenemos algunos criterios que podrían ayudar a contribuir de mejor manera en las actividades, diagnósticos, prevención e intervención de los pacientes con discapacidad:

- *Soporte a pacientes con discapacidad:* el sistema debe ser capaz de dar el adecuado soporte a los pacientes con características especiales y de permitir realizar un seguimiento para este tipo de pacientes, esto se debe a que cada paciente tiene un perfil diferente por lo tanto el modelo de intervención y rehabilitación varía en cada caso.
- *Gestión del conocimiento y uso de vocabularios estandarizados:* contar con un amplia base de conocimiento de manera que esta información pueda ser tratada de manera universal por otros sistemas y que permita identificar e interpretar términos en el ámbito de la terapia de lenguaje tales como discapacidades, perfiles, trastornos del lenguaje, destrezas, planes, etc., con lo cual se podría llegar a obtener nuevo conocimiento como resultado de la interoperabilidad entre varios sistemas.
- *Incorporación de herramientas inteligentes:* con la incorporación de herramientas inteligentes se podría agilizar la labor del logopeda, ya que permitiría tener una guía automática para la evaluación y diagnóstico de los pacientes basados en cada perfil, tomando en cuenta los desórdenes y habilidades, con el objetivo de proporcionar al terapeuta sistemas automáticos que complementen su metodología tradicional.
- *Desarrollo del sistema:* no todos los sistemas pueden adecuarse a las necesidades de una determinada población ya que hay diversos factores como



el idioma, la cultura, el ámbito de salud local, etc. Se puede apoyar en herramientas existentes para que el resultado se adapte de mejor manera a las necesidades de los terapeutas, pacientes, médicos, etc.

- *Escalabilidad/adaptabilidad:* debido a la diversidad de trastornos y requerimientos de terapia del habla y lenguaje en cada uno de los pacientes, es importante contar con sistemas desarrollados en diferentes plataformas que puedan funcionar en varios dispositivos tales como celulares, computadoras, etc., de esta manera podrán adaptarse a las necesidades de los terapeutas y además es importante que permitan agregar nuevos requerimientos para alimentar el conocimiento existente.

## CAPITULO 3

### DISEÑO Y DESARROLLO DE LA PROPUESTA

#### 3.1 DISEÑO DE LA PROPUESTA PLANTEADA

El diseño propuesto se basa en una estructura fundamentada en varios módulos agrupados en tres capas, esta configuración permite incorporar fácilmente nuevos módulos si es necesario y/o proporcionar nuevas funcionalidades para usuarios, estudiantes o profesores. En la Figura 5 se puede observar la propuesta y las capas por las que está formado el diseño del sistema.

- Ambiente virtual MOODLE
- Sistema experto
- Base de conocimiento

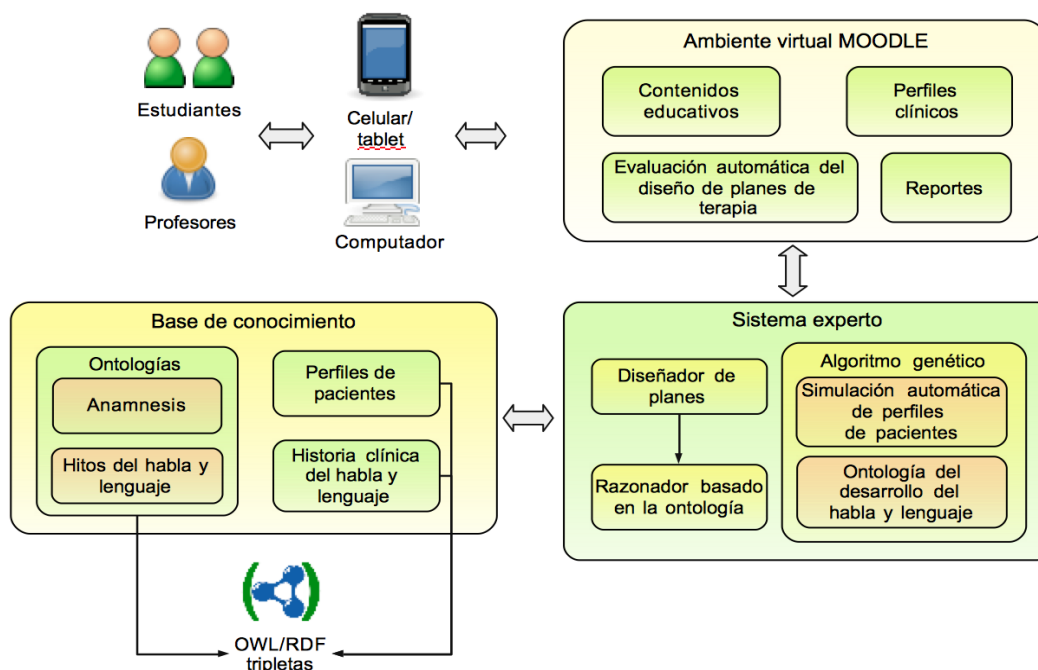


Figura 5. Arquitectura general de la propuesta (Chuchuca-Méndez et al., 2016).



### **3.1.1 ENTORNO VIRTUAL MOODLE**

Con el objetivo de ofrecer ejercicios y actividades educativas para los estudiantes de la carrera o profesionales de terapia del habla y lenguaje, se propone incorporar el sistema dentro de la herramienta de aprendizaje de entorno virtual de apoyo a la docencia MOODLE (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) que contiene los recursos necesarios para estimular el aprendizaje del alumno y mediante la construcción de un entorno virtual, fomentar la comunicación entre alumnos y profesores (Sánchez et al., 2010). Esta capa tiene los módulos que se detallan en las siguientes secciones.

#### **3.1.1.1 CONTENIDOS EDUCATIVOS**

El sistema dispone de un conjunto de contenidos educativos con elementos teóricos relacionados a los fundamentos de terapia del habla y lenguaje, los temas que se abarcan dentro de este módulo son los siguientes:

- El lenguaje y la comunicación
- Desarrollo evolutivo del lenguaje
- Áreas del lenguaje
- Terapia del lenguaje
- Desórdenes médicos
- Desórdenes de lenguaje
- Cuadro normativo de desarrollo de niños de 0 a 8 años
- Planes de terapia del habla y lenguaje





### **3.1.1.2 PERFILES CLÍNICOS**

El perfil clínico de los pacientes contiene los siguientes datos: datos personales (nombres, apellidos y edad cronológica), registros médicos (discapacidades y trastornos asociados) y registros del habla y lenguaje (desorden de la comunicación y edad madurativa del lenguaje).

### **3.1.1.3 EVALUACIÓN AUTOMÁTICA DEL DISEÑO DE PLANES DE TERAPIA**

Este módulo utiliza la información de los perfiles clínicos para evaluar los planes de terapia del habla y lenguaje diseñados por los estudiantes a través de la plataforma MOODLE.

### **3.1.1.4 REPORTE**

Este módulo a través de las funcionalidades propias de la plataforma MOODLE permite generar informes de las evaluaciones de los estudiantes.

## **3.1.2 SISTEMA EXPERTO**

Esta capa implementa dos mecanismos para proporcionar servicios de razonamiento al entorno virtual MOODLE, estos servicios se utilizan para crear nuevas pruebas y contenido educativo para estudiantes y usuarios, para ello se utiliza el módulo del algoritmo genético. Esta capa tiene los módulos que se describen en las siguientes secciones.

### **3.1.2.1 ALGORITMO GENÉTICO**

Los Algoritmos Genéticos (AGs) son métodos adaptativos que pueden ser utilizados para resolver problemas de búsqueda y optimización de parámetros, están basados en la reproducción y el principio de supervivencia del más apto. Para encontrar la solución a un problema se parte de una población inicial de individuos (población) que



se genera de manera aleatoria y que representan una posible solución a un problema. Estos individuos se adaptarán en mayor medida con el paso de cada generación (Pose, 2000).

Los algoritmos genéticos son capaces de crear soluciones para resolver problemas del mundo real. Cualquier solución a un problema puede ser representada a través de valores dados a una serie de parámetros (genes) que se codifican en una cadena de valores llamada cromosoma. El grupo de parámetros representado por un cromosoma recibe el nombre de genotipo y este contiene la información necesaria para construir un organismo (solución real al problema) denominada fenotipo (Pose, 2000).

La codificación generalmente se hace con valores binarios pero dependerá en gran de las características del problema que se trate, cada individuo tendrá un valor de aptitud que medirá la calidad de la solución respecto al problema que se está intentando resolver (Domínguez Jiménez, Estero Botaro & Medina Bulo, 2008). Existen algunos tipos de operadores genéticos: selección (escoger los individuos de la población en relación a su valor de aptitud), cruce (con los individuos seleccionados serán recombinados para producir la siguiente descendencia que formará parte de la siguiente generación), reemplazo (inserta nuevos individuos en la población previamente eliminando los anteriores de la población), mutación (altera la información almacenada en un individuo a través de un operador de mutación) (Pose, 2000; Domínguez et al., 2008).

Para evaluar un algoritmo genético debe existir un método que indique si los individuos presentan soluciones suficientemente buenas para el problema que se desea resolver, cada problema debe tener su propio método y esto ocurre también con la codificación de los individuos. Entre los criterios de parada del algoritmo se puede mencionar: los individuos presentan la mejor solución para resolver el problema, cuando la población ha convergido (un gen ha convergido cuando el 95% de la población tiene el mismo valor para él) y cuando se han alcanzado el máximo número de generaciones (iteraciones) permitidas.



Este módulo del sistema, se crearán nuevos perfiles de pacientes que fundamentalmente se basan en dos elementos, el primer elemento es la simulación de nuevos perfiles a través de un algoritmo genético que genera automáticamente las principales variables del perfil de un paciente tales como la edad cronológica, el diagnóstico médico, el diagnóstico de lenguaje, la edad del lenguaje comprensivo, la edad del lenguaje expresivo y la edad madurativa del lenguaje. Por otra parte, el segundo elemento es el proceso de inferencia sobre la ontología que modela el conocimiento de la anamnesis o historial clínico y la ontología del desarrollo del habla y lenguaje, donde se encuentran datos tales como los hitos del desarrollo del lenguaje, áreas del habla y lenguaje, habilidades, actividades de rehabilitación, recursos, entre otros.

### **3.1.2.2 DISEÑO DE PLANES DE TERAPIA DEL HABLA Y LENGUAJE**

Con el nuevo perfil del paciente, este módulo crea nuevos planes de terapia del habla y lenguaje utilizando la información contenida en la base de conocimiento. Con esta información, el diseñador de planes realiza varios procesos de inferencia con el objetivo de determinar las mejores estrategias de intervención para el perfil del paciente.

### **3.1.3 BASE DE CONOCIMIENTO**

En esta capa se almacena toda la información necesaria para crear nuevos perfiles de pacientes y las instancias de las ontologías propuestas. A continuación se describen los elementos principales de la misma:

- Las ontologías se encuentran en un repositorio de almacenamiento de tripletas OWL/RDF en donde se guardan los elementos más relevantes relacionados a la ontología de la anamnesis o historia clínica del paciente con datos tales como el registro de datos personales, el historial médico y la evaluación del habla y lenguaje. Del mismo modo, este repositorio almacena la ontología del desarrollo del habla y lenguaje con datos tales como áreas

del habla y lenguaje, habilidades, actividades, ejercicios y recursos.

- La información de los perfiles de los pacientes y la historia clínica del habla y lenguaje son almacenados en archivos de tripletas OWL/RDF.

### 3.2 DISEÑO DEL PLAN DE EXPERIMENTACIÓN

El plan de experimentación permite validar los casos generados por el algoritmo genético. Inicia con la selección aleatoria del diagnóstico de lenguaje y diagnóstico médico, posteriormente la técnica del algoritmo genético genera un nuevo caso con la edad cronológica, edad madurativa del lenguaje, edad del lenguaje comprensivo, edad del lenguaje expresivo y por último con un cuestionario que es llenado por el logopeda se valida el caso. En la Figura 6 se observa el diseño propuesto.

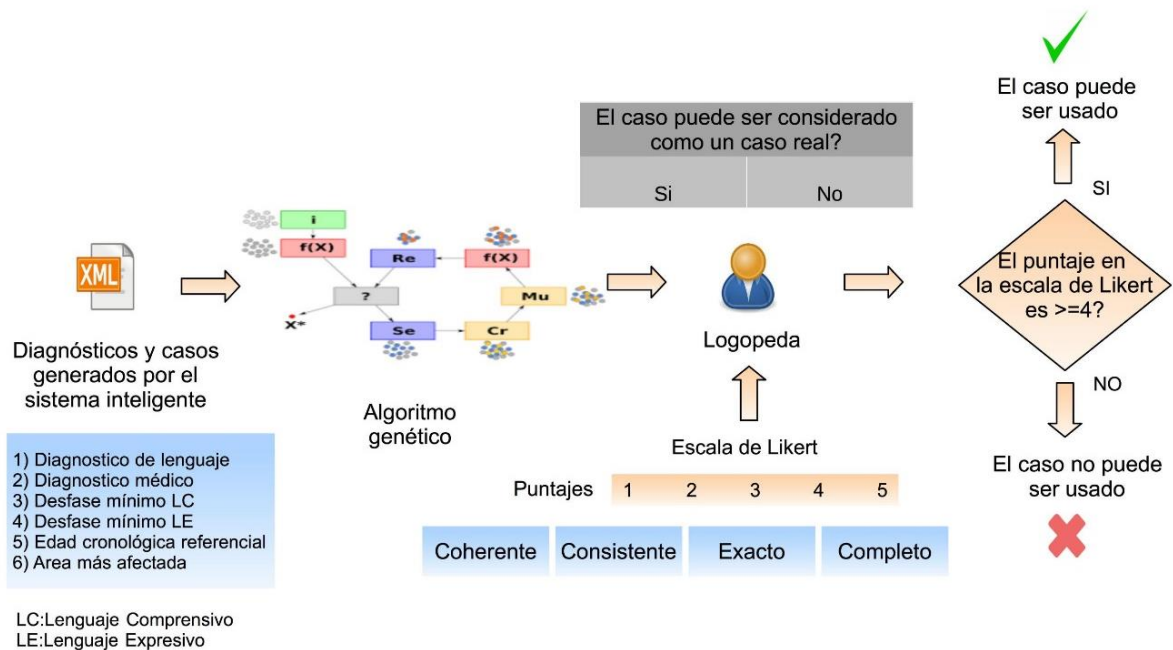


Figura 6. Diseño del plan de experimentación



### 3.2.1 DIAGNÓSTICOS Y CASOS GENERADOS

Inicialmente se obtienen las variables principales que serán la base para todo el proceso y que se describen a continuación:

- Diagnóstico médico
- Diagnóstico del lenguaje
- Edad cronológica referencial
- Edad madurativa del lenguaje referencial
- Desfase mínimo del lenguaje comprensivo
- Desfase máximo del lenguaje comprensivo
- Desfase mínimo del lenguaje expresivo
- Desfase máximo del lenguaje expresivo
- Área más afectada

Todas las variables serán analizadas previamente por el logopeda para guardar coherencia con casos reales. En la Tabla 6 se observa un ejemplo para la disartria (diagnóstico de lenguaje) y parálisis cerebral infantil (diagnóstico médico) con los valores de cada una de las variables antes mencionadas.

Tabla 6. Ejemplo de variables iniciales para el plan de experimentación

Variables	Valor
Diagnóstico del lenguaje	Disartria
Diagnóstico médico	Parálisis Cerebral Infantil
Edad cronológica referencial	8 (años)
Edad madurativa del lenguaje referencial	4,75 (años y meses)
Desfase mínimo del lenguaje expresivo	3 (años)
Desfase máximo del lenguaje expresivo	7 (años)



---

Desfase mínimo del lenguaje comprensivo	2 (años)
Desfase máximo del lenguaje comprensivo	7 (años)
Área más afectada	Habilidad verbal

---

### 3.2.2 TÉCNICA A UTILIZAR PARA LA GENERACIÓN DE CASOS

La técnica que se utiliza es un algoritmo genético que se encargará de encontrar la mejor solución para generar un nuevo perfil con los parámetros iniciales y simular un caso real.

Los términos que se utilizarán dentro del algoritmo genético son los siguientes:

- Genotipo: representación de la edad del lenguaje comprensivo y la edad del lenguaje expresivo en binario (genes).
- Fenotipo: representación de la edad del lenguaje comprensivo y lenguaje expresivo en formato decimal.
- Función de adaptación o de ajuste al problema: permite obtener los valores óptimos de la edad cronológica, edad del lenguaje comprensivo, edad del lenguaje expresivo y edad madurativa de lenguaje guardando coherencia con el diagnóstico de lenguaje y diagnóstico médico.
- Lambda ( $\lambda$ ): máximo valor permitido para que el resultado de la función de adaptación se considere óptima.
- Error mínimo: valor obtenido al aplicar la función de adaptación.
- Reglas de coherencia que deben cumplir los casos generados: la edad madurativa del lenguaje no puede ser mayor a la edad cronológica, las edades de lenguaje comprensivo y lenguaje expresivo no pueden ser menor o igual cero, que se respete el área más afectada de acuerdo a cada diagnóstico de



lenguaje, que el diagnóstico médico tenga relación con el diagnóstico de lenguaje, la edad madurativa del lenguaje y la edad cronológica no pueden ser menor o igual a cero.

Los pasos que debe realizar el algoritmo genético para encontrar la solución óptima son los siguientes:

- Generar aleatoriamente la población inicial con genotipos considerando factores óptimos de inicialización
- Computar la función de adaptación para obtener el valor del error medio (resultado de la función de adaptación) y verificar qué tan óptima es la solución que se está codificando. La solución óptima ocurre cuando el error medio es menor o igual al parámetro  $\lambda$ .
- El algoritmo se debe detener cuando obtenga la solución óptima (convergencia), pero dado que no siempre se puede encontrar dicha solución óptima, se considera las siguientes condiciones que detienen la ejecución: 1) cuando el error medio sea menor o igual a  $\lambda$  y 2) cuando haya alcanzado el número de iteraciones permitido. Mientras no cumpla una de estas condiciones el algoritmo hace lo siguiente:
  - Luego de conocer el valor de aptitud de cada genotipo se seleccionan los mejores genotipos que van a ser mutados en la siguiente generación. Los genotipos con mayor aptitud son los que tiene mayor probabilidad de ser seleccionados.
  - Aplicar la mutación a cada genotipo, este proceso consiste en alterar de manera aleatoria un número determinado de bits (genes) que forman parte del genotipo. Esto es muy importante para asegurar la convergencia del algoritmo genético.



- Una vez aplicados los operadores genéticos (mutación), se reemplaza parte del grupo de genotipos originales con los genotipos mutados para que formen parte de la siguiente generación.
- Computar la función de adaptación de los genotipos mutados.

En la Figura 7 se puede observar una breve representación en pseudocódigo de los pasos que va a realizar el algoritmo genético para llegar a obtener la solución óptima.

```
BEGIN
  Generar aleatoriamente la población con genotipos.
  Computar la función de adaptación de los genotipos.
  WHILE NOT Terminado DO
    BEGIN /* Producir nuevas generaciones */
      FOR Tamaño/2 DO
        BEGIN /* Ciclo reproductivo */
          Seleccionar los genotipos de la anterior generación
            para la mutación (la probabilidad de selección es proporcional
            a la función de evaluación del genotipo).
          Mutar los genotipos dependiendo del error medio y el área más afectada
          Reemplazar los genotipos mutados en la nueva generación.
          Computar la función de evaluación de los genotipos mutados.
        END
      IF la población ha convergido THEN
        Terminado=TRUE
      END
    END
  END
```

Figura 7. Pseudocódigo del proceso del algoritmo genético

### 3.2.3 EVALUACIÓN

Para validar el correcto funcionamiento del algoritmo genético en la generación del diagnóstico de lenguaje, del diagnóstico médico y la solución óptima de la edad cronológica, la edad del lenguaje expresivo, la edad del lenguaje comprensivo, la edad madurativa del lenguaje y el área más afectada, se aplicará una encuesta al logopeda para cada caso generado (ver Anexo B).

### 3.3 INFORMACIÓN CLÍNICA

La información clínica empleada es de una población de niños y niñas con una edad comprendida entre 3 y 7 años. Estos niños pertenecen a una muestra de 70





casos de pacientes con discapacidad de la ciudad de Cuenca que se ha tomado a fin de desarrollar el sistema. Este proceso se realizó en base al convenio existente entre el Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia (GI-IATa) y los centros de educación especial como son el Centro de Protección para Discapacidades de la Universidad de Cuenca (CEDIUC), el Instituto de Parálisis Cerebral del Azuay (IPCA), la Unidad Educativa Especial del Azuay (UNEDA) y el CEDEI *School*. Se recopiló la siguiente información:

- *Antecedentes*: esta información se encuentra en documentos tales como la anamnesis, la historia clínica o la ficha logopédica, de acuerdo a la forma en que se maneja en cada centro (ver Anexo A).
- *Evaluaciones*: se refiere a los resultados de los *tests* de las áreas del habla y lenguaje aplicados por los terapeutas. Dentro de las áreas que se evalúan a los niños se tiene a las siguientes: audición, formulación lingüística, estructura y función oral (Mecanismo Oral Periférico, MOP), articulación y comprensión auditiva y habilidad verbal. La información que se utilizó para este punto es la que reposa en los archivos físicos y digitales del GI-IATa. Cada evaluación se encuentra relacionada con un plan de intervención que fue generado manualmente por los terapeutas y esta información se toma como base conjuntamente con el sistema experto para generar planes de terapia para trastornos del habla y lenguaje (SPELTA) propuesto por Robles-Bykbaev et al. (2015).
- *Cuadro normativo del desarrollo de los niños*: esta información está relacionada a las áreas del habla y lenguaje tales como la audición, el habla, el lenguaje comprensivo y el lenguaje expresivo, las habilidades, las actividades y los recursos (<http://firstyears.org/miles/chart.htm>). Para ello, se empleó la ontología propuesta por Robles-Bykbaev et al. (2016). Por otro lado, se manejó la información de las habilidades que están afectadas por un determinado desorden médico (parálisis cerebral, discapacidad intelectual, trastorno del



espectro autista, etc.) y por un desorden del lenguaje (disartria, dislalia, retardo leve del lenguaje, etc.).

A continuación se describe la información contenida en los puntos mencionados.

### 3.3.1 ANTECEDENTES

Los documentos relacionados a los antecedentes de cada centro son distintos, por lo que se realizó un análisis de cada formato y se generó un formato único llamado “Ficha Logopédica” con la asesoría del logopeda, la misma fue llenada con los datos respectivos de cada caso y en cada centro (ver Anexo A).

Dentro de la información de antecedentes se encuentran los siguientes puntos:

- *Datos personales:* se refiere a los datos principales del paciente (nombres, apellidos, fecha de nacimiento, edad, sexo, teléfonos, etc.), de sus padres y de su representante.
- *Historial del nacimiento:* información del embarazo y parto, las dificultades al nacer, el tipo de lactancia y la dependencia de actividades.
- *Historial del desarrollo:* especifica la forma de comunicarse (utiliza el lenguaje, sonidos, dos a cuatro palabras por oración, oraciones con más de cuatro palabras, etc.), las actividades que realiza (se ahoga con la comida o líquidos, cepilla sus dientes, permite que lo peinen, apunta objetos comunes, etc.) y los hitos del desarrollo (sentarse, balbucear, caminar, control de esfínteres, etc.).
- *Desarrollo del habla, lenguaje y audición:* indica si se han detectado problemas y evaluaciones del habla, lenguaje y audición, terapias del habla en el pasado y el comportamiento del niño.



- *Historial médico*: son los datos relacionados a enfermedades y/o problemas, intervenciones quirúrgicas y medicamentos.
- *Historial escolar*: información más relevante sobre la escuela a la que acude, datos del profesor, grado escolar, etc.

### 3.3.2 EVALUACIONES

Con los resultados de los *tests* aplicados a los pacientes, el logopeda obtiene la edad del lenguaje comprensivo, lenguaje expresivo y con estos datos se calcula la edad madurativa del lenguaje, con el análisis de esta información se alimenta la base del sistema (ver Anexo C).

### 3.3.3 CUADRO NORMATIVO DEL DESARROLLO DEL NIÑO

Esta sección contempla las áreas de audición, habla, lenguaje comprensivo y lenguaje expresivo. Cada una de las áreas especifica las habilidades con las que el niño debería contar de acuerdo a su edad.

En el breve ejemplo ilustrado en la Tabla 7, se observa las habilidades que debería cumplir un niño en el rango de edad comprendido entre los 18 y 24 meses.

Tabla 7. Habilidades por edad del desarrollo (ejemplo para el rango 18 a 24 meses).

Audición			Habla		Lenguaje comprensivo		Lenguaje expresivo	
Entiende llamado	cuando desde habitación.	es otra	Pronuncia correctamente la mayoría de las vocales.		Señala retratos cuando se le pide.		Usa simples	descriptores (grande, bonito).
Sigue la conversación cuando el tema es conocido.			Empieza a utilizar consonantes iniciales.		Identifica 4 o más partes del cuerpo en sí mismo o en una muñeca/muñeco.		Emplea entonación correcta para realizar preguntas sí/no.	



Responde preguntas acerca de una imagen o libro.	Las consonantes finales de las palabras empiezan a aparecer.	Sigue órdenes simples y complejas.	Nombra objetos comunes.
Recuerda en correcto orden de lo que escuchó (p.e., "Colocar el pescado en el agua y la tortuga en el césped") (secuencia auditiva).	La familia entiende la mayoría de lo que dice.	Entiende las preguntas ¿Dónde?, ¿Qué es eso?.	Empieza a utilizar pronombres como "mi", "mío", "yo", "tú", "tuyo".

Por otra parte, en el ejemplo de la Tabla 8 se describe las habilidades afectadas de un niño con el desorden de lenguaje disartria que puede tener uno o varios desórdenes médicos (parálisis cerebral, accidente cerebrovascular, etc.), una edad madurativa del lenguaje de 3 a 5 años y qué habilidades se ven afectadas.

Tabla 8. Habilidades que debería realizar un niño con disartria de 3 a 5 años.

Desorden del lenguaje	Desórdenes médicos	Trastornos Asociados	Edad	Área y Subárea	Habilidades
Disartria	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parálisis cerebral infantil</li> <li>- Polineuropatía congénita degenerativa</li> <li>- Accidente cerebro vascular</li> <li>- Hiperactividad y déficit de atención</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Epilepsia</li> <li>- Problemas oculares</li> <li>- Hipoacusia</li> <li>- Discapacidad mental</li> <li>- Paladar ojival</li> </ul>	3-5 años	Habla (Estructura y función oral y articulación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simplifica palabras con mezclas.</li> <li>- Emergen las siguientes consonantes /b/, /g/, /r/, /bl/, /pl/, /ie/</li> <li>- Habla de manera diferente a los adultos en comparación a los niños.</li> </ul>
				Voz (Respiración y soplo) Audición (Discriminación y percepción auditiva)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incluye palabras rítmicas.</li> <li>- Habla de sonidos que escuchó.</li> </ul>



Lenguaje  
(Lenguaje  
comprensivo y  
expresivo)

- Recuerda más  
de 5 hechos de  
una historia  
familiar.

Los desórdenes de lenguaje con mayor prevalencia de la población seleccionada son los siguientes: disartria, dislalia, retardo leve del lenguaje, retardo moderado del lenguaje y trastorno específico del lenguaje.

Los desórdenes médicos y trastornos asociados que pueden ser concomitantes son: parálisis cerebral infantil, accidente cerebrovascular, discapacidad intelectual, desnutrición, trastorno del espectro autista, déficit de atención e hiperactividad, deficiencia cognitiva leve, deficiencia cognitiva moderada, deficiencia visual, discapacidad auditiva, entre otros.

Las áreas y subáreas son: habla (Estructura y función oral y articulación), voz (Respiración y soplo), audición (Discriminación y percepción auditiva), lenguaje (Lenguaje comprensivo y expresivo).

Cada área tiene habilidades con un grupo de actividades sugeridas. En el ejemplo de la Tabla 9 se describe las actividades que debería realizar un niño de 3 a 5 años, con disartria, parálisis cerebral y en el área del habla se sugiere realizar tales actividades para que pueda desarrollar la habilidad "Simplifica palabras con mezclas".

Tabla 9. Actividades sugeridas para la habilidad "Simplifica palabras con mezclas" para el plan de terapia de un paciente con disartria de 3 a 5 años

Diagnóstico de lenguaje	Diagnóstico médico	Edad	Área	Habilidad	Actividades
Disartria	Parálisis cerebral.	3-5 años	Habla	Simplifica palabras con mezclas	Con tres o cuatro palabras segmentadas de acuerdo a su número de sílabas, omitir sílabas y buscar mezclas para



construir nuevas.

En una lista de palabras  
sustituir o aumentar un fonema

Con un grupo de palabras  
reconocer el sonido que  
mezclamos

Escuchar la palabra construida  
y buscar su significado

Y por último para cada actividad existe un conjunto de recursos sugeridos que se pueden emplear en la terapia del habla y lenguaje. En la Tabla 10 se describe los recursos que podría utilizar el terapeuta para el caso de un niño de 3 a 5 años, con disartria y parálisis cerebral; en el área del habla se sugiere utilizar tales recursos para trabajar en las actividades respectivas y que pueda llegar a desarrollar la habilidad “Simplifica palabras con mezclas”.

Tabla 10. Recursos sugeridos para el plan de terapia  
de un paciente con disartria de 3 a 5 años

Diagnóstico de lenguaje	Diagnóstico médico	Edad	Área	Habilidad	Actividad	Recursos
Disartria	Parálisis cerebral.	3-5 años	Habla	Simplifica palabras con mezclas.	Con tres o cuatro palabras segmentadas de acuerdo a su número de silabas, omitir silabas y buscar mezclas para construir	Láminas



---

nuevas.

---

Audición	Recuerda más de 5 hechos de una historia familiar.	Identifica el rol que desempeña cada miembro de su familia.	Fotos de la familia
----------	--	---	---------------------

---

### 3.4 DESARROLLO DEL SISTEMA

#### 3.4.1 DISEÑO DE LA ONTOLOGÍA

En la web semántica las computadoras deberían tener acceso a las colecciones de información y a almacenes de reglas de inferencia que pueden ser utilizadas para obtener un razonamiento automático y de esta manera representar el conocimiento. Según Berners-Lee, Hendler, & Lassila (2001) la web semántica permite a las máquinas comprender los datos y documentos, pero no el habla ni la escritura de los humanos, ya que los humanos utilizan el mismo término para diferentes cosas.

Un componente básico de la web semántica son las colecciones de información que se denominan ontologías, que dentro de la inteligencia artificial constituyen estructuras que definen formalmente la relación entre varios términos, las ontologías tienen una taxonomía y un conjunto de reglas (Berners-Lee, Hendler & Lassila, 2001). La taxonomía se refiere a las clases de objetos y las relaciones entre ellos y las reglas de inferencia para que una computadora pueda manipular la información de manera más significativa para el usuario.

Las ontologías como un avance en el modelado del conocimiento pueden contribuir en el ámbito de la salud para la toma de decisiones. En los últimos años se ha buscado crear sistemas que sirvan de apoyo a los especialistas de la salud, sin



embargo en el área de terapia del habla y lenguaje existen pocos esfuerzos que contribuyan a mejorar las tareas de detección, planificación e intervención de pacientes con desórdenes del lenguaje.

En una breve revisión sobre las contribuciones basadas en ontologías para el cuidado del paciente, Iroju, Soriyan & Gambo (2012) proponen el uso de *Ontology Matching* (encontrar similitud en las ontologías) como una posible solución a la interoperabilidad semántica que permite identificar e interpretar términos médicos similares que son representados de manera heterogénea entre diversos sistemas con el objetivo de garantizar una mejor calidad en el cuidado de paciente. Con *Ontology Matching* básicamente se encuentra la correspondencia de entidades que pueden estar solapadas o disjuntas dando como resultado un alto valor de confianza en relación a la similitud de elementos.

En relación a las enfermedades crónicas Riaño et al. (2012) desarrollaron un sistema de soporte a la toma de decisiones que tiene como base de conocimiento una ontología y planes de intervención formal. La ontología *Case Profile Ontology* representa todos los conceptos relacionados al cuidado de estos pacientes. Cada enfermedad, síndrome o asunto social tienen un plan de intervención formal que es representado en diagramas de estado, decisión y acción (*state-decision-action*). La personalización ha sido probada en *K4CARE project*, que contiene el conocimiento para construir el *Case Profile Ontology* (planes de intervención formal y validación de procesos para el plan de intervención unificada, con la participación de siete centros de salud). El grupo SAGESA contribuyó con datos de casos clínicos de 916 pacientes para evaluar el proceso de personalización de la ontología y la población de Pollenza (Italia) fue seleccionada para generar planes de intervención, contando con un grupo de profesionales que evaluaron a 23 pacientes de más de 70 años de edad y que sufren de enfermedades coronarias o cerebrovasculares, artritis, diabetes, hipertensión, inmovilidad, etc. Los resultados obtenidos mostraron que el 84% estuvieron de acuerdo con la calidad del sistema y el 90% con la utilidad.





Los registros médicos de los pacientes que contienen aspectos tales como medicamentos, enfermedades, tratamientos, etc., pueden venir de múltiples soluciones como *Healthcare Information Technology* (EHRs) y *Personal Health Records* (PHRs), estos aspectos integrados en aplicaciones podrían contribuir a la entrega de servicios de salud de calidad. Por esta razón Puri, Gomadam, Jain, Yeh & Verma (2011) proponen BLOOMS<sup>16</sup> como una posible solución para alinear ontologías médicas dispares, ya que este enfoque ha sido aplicado satisfactoriamente en *Linked Open Data Cloud* (LODC). BLOOMS genera una jerarquía de clases entre dos esquemas de ontologías y usa los recursos disponibles en la web como punto de referencia durante el mapeo y alineamiento. En el contexto de LODC, BLOOMS usa las categorías de Wikipedia para alinear las ontologías.

Recuperar la información de salud útil y relevante de una gran cantidad de fuentes de datos sigue representando un desafío significativo, en este aspecto Ibrahim, Hashi & Mohamed (2013) desarrollaron un enfoque para recuperar información basado en la ontología de un caso de estudio real realizado en la Universidad de Tecnología de Malasia (*University Technology Malaysia – UTM*). Se basa en la ontología *UTM Clinic* modelada con las clases del caso de estudio. Para recuperar la información el sistema accede a la base de datos y con la ontología genera el resultado y lo muestra al usuario. El caso de estudio se centró en la producción de información más relevante sobre el sistema clínico UTM y el logro principal es que a través de la interfaz el usuario obtuvo la información única del paciente.

Las ontologías son herramientas muy poderosas que puede contribuir a la interoperabilidad de varios sistemas y que ayudaran a mantener un vocabulario común en relación a los antecedentes, desórdenes médicos, desórdenes de lenguaje, etc., tal como se han generado en los aportes relacionados en el área de la salud.

---

<sup>16</sup> <http://semanticweb.org/wiki/BLOOMS.html>



### 3.4.1.1 ONTOLOGÍA DE LA ANAMNESIS

La anamnesis es fundamental para una orientación diagnóstica correcta, por lo tanto, debe contener los datos pertinentes tales como enfermedades actuales, antecedentes personales y antecedentes familiares. No existe una historia clínica o anamnesis universal, esta debe ser una historia completa y detallada que registra los problemas fundamentales que permita evitar errores y que disminuya la necesidad de exploraciones complementarias.

Para el sistema se ha definido la ontología de la anamnesis que contiene la información principal registrada en los centros de educación especial y permite modelar los aspectos más relevantes.

Las clases principales: Ficha\_Logopedica (contiene los datos generales de la anamnesis o ficha logopédica), Datos\_Personales (datos principales del paciente y parientes), Historial\_Del\_Nacimiento (información del embarazo y parto, dificultades al nacer, lactancia y dependencia de actividades), Historial\_Del\_Desarrollo (especifica la forma de comunicarse, las actividades que realiza e hitos del desarrollo), Desarrollo\_Habla\_Lenguaje\_Audición (indica si se han detectado problemas y evaluaciones del habla, lenguaje y audición, terapias del habla en el pasado y el comportamiento del niño), Historial\_Medico (son los datos relacionados a enfermedades y/o problemas, intervenciones quirúrgicas y medicamentos), Historial\_Escolar (información más relevante sobre la escuela, profesor, etc.), Evaluación (representa los datos de la evaluación que ha tenido un paciente en terapia de habla y lenguaje, además permite conocer el desorden médico con Desorden\_Medico y el desorden del lenguaje con Desorden\_Lenguaje). A continuación se detalla las propiedades y relaciones de las clases antes mencionadas.

- **Clase Ficha\_Logopedica:** Las propiedades de la ficha logopédica son: idCaso, fechaConsulta y observaciones. Las principales relaciones definidas son: tieneDatosPersonales (la Ficha\_Logopedica tiene información de



Datos\_Personales), tieneHistorialNacimiento (una Ficha\_Logopedica registra datos del Historial\_Del\_Nacimiento), tieneHistorialDesarrollo (una Ficha\_Logopédica tiene datos del Historial\_Del\_Desarrollo), tieneDesarrolloHablaLenguaje (una Ficha\_Logopedica tiene información sobre el Desarrollo\_Habla\_Lenguaje\_Audición), tieneHistorialMedico (una Ficha\_Logopedica registra datos del Historial\_Medico), tieneHistorialEscolar (una Ficha\_Logopedica tiene información del Historial\_Escolar), tieneEvaluación (la Ficha\_Logopedica puede tener una Evaluacion), tieneDiagnosticoMedico (una Evaluacion registra un Desorden\_Medico), tiene DiagnosticoLenguaje (una Evaluacion registra un Desorden\_Lenguaje).

- **Clase Datos\_Personales:** se tienen las siguientes clases: Migracion (si existe migración en el hogar), Personas\_Con\_Quienes\_Vive (personas con quienes vive el niño), Otros\_Niños\_En\_La\_Familia (datos de otros niños de la familia, subclase de la clase *Person*<sup>17</sup> definida en la ontología *Friend Of A Friend* (FOAF<sup>18</sup>)), Paciente (datos del paciente, subclase de *Person*), Medico, Padre, Madre, Representante (estas son subclases de *Person*) y *Address*<sup>19</sup>. Las relaciones definidas son: enSuHogarExiste (Datos\_Personales registra si existe Migracion), viveCon (Datos\_Personales registra Personas\_Con\_Quienes\_Vive), viveConOtrosNinosEnLaFamilia (Datos\_Personales registra otros niños con los que vive en la familia Otros\_Ninos\_En\_La\_Familia), tienePaciente (Datos\_Personales tiene datos principales de Paciente), esAtendido (un Paciente es atendido por un Médico), esHijo (un Paciente es hijo de Padre y Madre), esRepresentado (un Paciente tiene un Representante), *hasAddress* (un Paciente tiene una dirección en *Address*).

- **Clase Historial\_Del\_Nacimiento:** se tiene las siguientes propiedades:

---

<sup>17</sup> Person: ontología que permite describir a un individuo con sus intereses.

<sup>18</sup> FOAF: es una ontología que describe las personas, sus actividades y sus relaciones con otras personas y objetos. (<http://xmlns.com/foaf/spec/>)

<sup>19</sup> Address: permite representar la dirección de un objeto en partes tales como localidad, región, calle, código postal, nombre del país. (<https://www.w3.org/TR/vcard-rdf/>)



edadMadreCuandoNacioNino, mesesDuracionEmbarazo. Las clases definidas son las siguientes: Tipo\_Embarazo (puede ser usual o inusual), Tipo\_De\_Partto (normal, cesárea, forzado, inducido), Enfermedad\_Madre (alguna enfermedad que haya tenido la madre durante el embarazo), Dificultades\_AI\_Salir\_Del\_Hospital (si tuvo alguna dificultad al salir del hospital), Dificultades\_Succion (registra si tuvo algún problema de succión), Tipo\_De\_Lactancia (seno materno, biberón, mixta), Dependencia\_Actividades (alimentación, vestuario, aseo personal). Las relaciones definidas son: tieneTipoEmbarazo (Historial\_Del\_Nacimiento registra un Tipo\_Embarazo), tieneTipoPartto (Historial\_Del\_Nacimiento registra un Tipo\_Partto), enfermedadMadreDuranteEmbarazo (Historial\_Del\_Nacimiento guarda la información de Enfermedad\_Madre), ninoFueACasaAISalirHospital (Historial\_Del\_Nacimiento guarda las Dificultades\_AI\_Salir\_Del\_Hospital), dificultadesAISuccionar (Historial\_Del\_Nacimiento registra las Dificultades\_Succion), seAlimenta (Historial\_Del\_Nacimiento guarda datos sobre Tipo\_Lactancia), tieneDependencia (Historial\_Del\_Nacimiento registra si tiene dependencia con Dependencia\_Actividades).

- **Clase Historial\_Del\_Desarrollo:** tiene la propiedad estaConscientePorDificultadHablaLenguaje. Las clases definidas son: Tipo (registra si es normal el timbre, todo, ritmo, intensidad), Se\_Comunica\_Usando (el tipo de comunicación que utiliza el niño que puede ser el lenguaje de su cuerpo, sonidos, palabras, etc.), Actividades (las actividades que realiza el niño que pueden ser: *cepilla sus dientes, permite que lo peinen, sigue instrucciones*, etc.), Hitos\_Del\_Desarrollo (datos sobre los hitos que ha logrado el niño a una edad determinada tales como sentarse, balbucear, caminar, sujetar un lápiz, etc.). Las relaciones definidas son: tonoVozNormalEn (Historial\_Del\_Desarrollo registra si el niño está en un rango normal en Tipo), comunicacion (Historial\_Del\_Desarrollo guarda el tipo de comunicación con Se\_Comunica\_Usando), realiza (Historial\_Del\_Desarrollo registra Actividades), tieneHitosDelDesarrollo (Historial\_Del\_Desarrollo registra Hitos\_Del\_Desarrollo).



- **Clase Desarrollo\_Habla\_Lenguaje\_Audición:** se define las siguientes clases: Problemas\_Habla\_Lenguaje (información sobre los problemas en habla y lenguaje que ha tenido el niño), Problemas\_Audicion (información sobre los problemas en audición), Evaluacion\_Habla\_Lenguaje (información sobre evaluaciones en habla y lenguaje), Evaluacion\_Audicion (información sobre evaluaciones en audición), Terapia\_Habla\_Pasado (información sobre terapias del habla en el pasado), OtroTipoEvaluacion (información sobre otro tipo de evaluacion), Comportamiento ( especifica el tipo de comportamiento que tiene el niño). Las relaciones definidas son: sospechaProblemaHablaLenguaje (en Desarrollo\_Habla\_Lenguaje\_Audicion se especifica si han existido Problemas\_Habla\_Lenguaje, sospechaProblemaAudicion (en Desarrollo\_Habla\_Lenguaje\_Audicion se especifica si han existido Problemas\_Audicion), haTenidoEvaluacionHablaLenguaje (Desarrollo\_Habla\_Lenguaje\_Audicion se especifica si tuvo Evaluacion\_Habla\_Lenguaje), haTenidoEvaluacionAudicion (Desarrollo\_Habla\_Lenguaje\_Audicion especifica si tuvo alguna Evaluacion\_Audicion), haRecibidoTerapiaHablaPasado (Desarrollo\_Habla\_Lenguaje\_Audicion especifica si tuvo Terapia\_Habla\_Pasado), haRecibidoOtroTipoEvaluacion (Desarrollo\_Habla\_Lenguaje\_Audicion especifica si tuvo OtroTipoEvaluacion), tieneComportamiento (Desarrollo\_Habla\_Lenguaje\_Audicion especifica el tipo de Comportamiento).
- **Clase Historial\_Medico:** se definen las siguientes clases: Enfermedades\_O\_Problemas (especifica las enfermedades o problemas tales como alergias, encefalitis, fiebre alta, meningitis, amigdalitis, etc.), Intervenciones\_Quirurgicas (guarda información sobre las intervenciones quirúrgicas que ha tenido el niño), Cuidado\_Medico (información sobre el cuidado médico que ha tenido), Medicamentos (medicamentos que ha tomado o toma actualmente). Las relaciones definidas son: tieneEnfermedadesOProblemas (Historial\_Medico puede tener Enfermedades\_O\_Problemas), tieneIntervencionesQuirurgicas (Historial\_Medico almacena



Intervenciones\_Quirurgicas), seEncuentraBajo (Historial\_Medico guarda datos de Cuidado\_Medico), toma (Historial\_Medico registra si el niño consume Medicamentos).

- **Clase Historia\_Escolar:** se tienen las siguientes propiedades: gradoEscolar, haRepetidoGradoEscolar, estaRecibiendoAyudaClaseAcademica. Se tienen las siguientes clases definidas: Profesor (almacena datos generales del profesor) y *School*<sup>20</sup>. Las relaciones definidas son: tieneProfesor (Historial\_Medico registra si tiene Profesor) y tieneEscuela (Historial\_Medico registra la escuela a la que acude).
- **Clase Evaluación:** registra la información de la evaluación de terapia del habla y lenguaje tenemos las siguientes propiedades: idEvaluacion, idCaso, fechaEvaluacion, edadCronologica, edadLenguajeComprensivo, edadLenguajeExpresivo, edadLenguaje. En la Figura 8 podemos observar el diseño de la ontología.

---

<sup>20</sup> School: ontología que permite describir las propiedades relacionadas a una institución educativa.

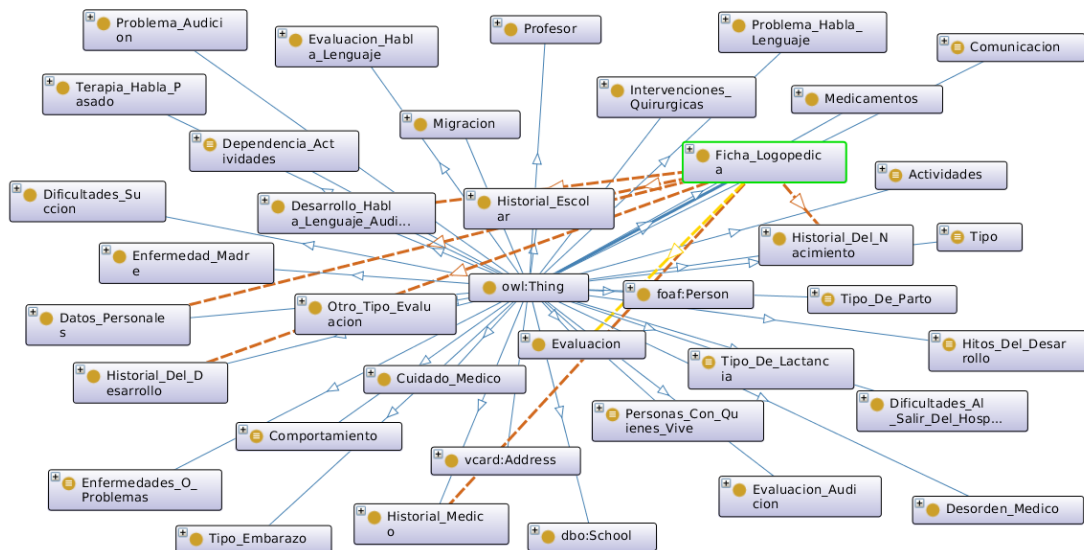


Figura 8. Captura de pantalla parcial de la ontología de la anamnesis (Chuchuca-Méndez et al., 2016)

### 3.4.1.2 ONTOLOGÍA DEL DESARROLLO DEL NIÑO

La ontología del desarrollo del niño propuesta por Robles-Bykbaev et al. (2016) tiene las siguientes clases: Desorden\_Medico (discapacidades o problemas de salud), Desorden\_Lenguaje (desórdenes de la comunicación), Edad (período de desarrollo del niño), Area\_Lenguaje (áreas establecidas como pilares del desarrollo), Habilidad (destrezas que adquiere el niño durante el desarrollo), Actividad (ejercicios que se realizan para desarrollar habilidades), Recurso (recursos que se emplean durante una terapia).

Las principales relaciones utilizadas en el sistema que forman parte de esta ontología son las siguientes: puedeGenerar (un Desorden\_Medico puede generar un Desorden\_Lenguaje), afecta (un Desorden\_Lenguaje puede afectar a una Habilidad), puedeLimitar (un Desorden\_Medico y Desorden\_Lenguaje limita una Actividad), utiliza (una Habilidad utilizar un Recurso), desarrolla (una Actividad permite desarrollar una Habilidad), pertenece (una Habilidad pertenece a una Area\_Lenguaje), seDesarrolla

(una Habilidad se desarrolla a cierta Edad). En la Figura 9 se puede observar la ontología.

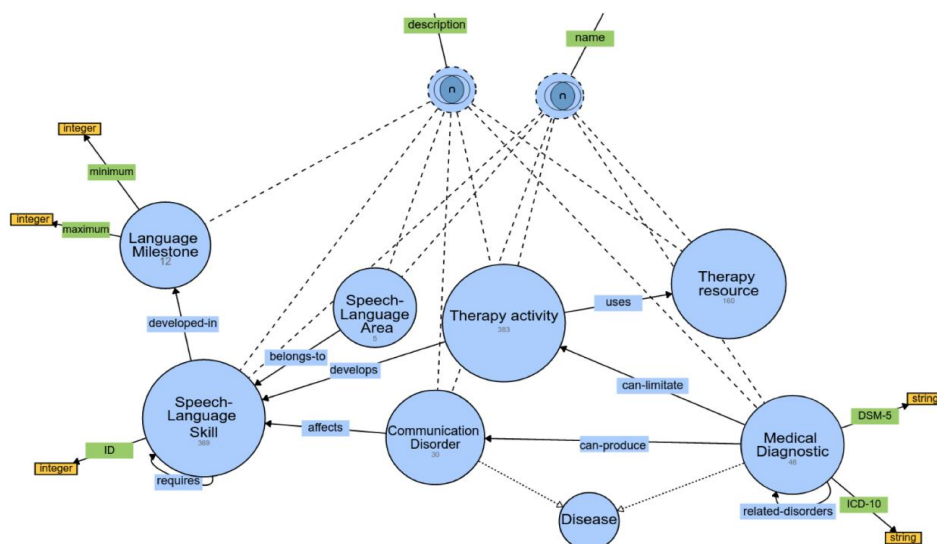


Figura 9. Captura de la ontología propuesta por Robles-Bykbaev et al. (2016)

### 3.4.2 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA PEDAGÓGICA

El profesional en alteraciones del lenguaje, voz, habla y audición tiene diferentes denominaciones de acuerdo a cada país que se detallan en la Tabla 11.

El término de fonoaudiología nace en Argentina en 1950 cuando las asignaturas de audiolgía y foniatría se fundieron en un curso de 2 años con el objetivo de formar técnicos especialistas en la rehabilitación de problemas auditivos, del lenguaje y del habla. En 1956 en Chile, en 1960 en Brasil y 1966 en Colombia. Posteriormente se han iniciado programas en Ecuador, Paraguay y Bolivia. En Perú existe la tecnología médica con mención en terapia del lenguaje, de la voz y de la audición. En Venezuela existen programas de terapia del lenguaje. Inicialmente los programas tenían una duración de dos años, actualmente duran en promedio cuatro años y un año de prácticas pre-profesionales como es el caso de Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, Paraguay, Chile, Perú, entre otras. Los egresados llegan a obtener el título de





Licenciado a excepción de Venezuela que obtiene el título de Técnico (Asociación Española de Logopedia, Foniatría y Audiología e Iberoamericana de Fonoaudiología (AELFA) (2015)).

Tabla 11. Denominación por país del profesional logopeda

País	Denominación
Gran Bretaña	Terapista o terapeuta del habla y del lenguaje ( <i>speech therapist</i> ) y el audiólogo ( <i>audiologist</i> ).
Norteamérica	Patólogo o terapeuta del lenguaje/habla ( <i>speech &amp; language pathologist</i> ) y el audiólogo ( <i>audiologist</i> ).
España	Logopeda Se usa en general el término fonoaudiólogo, terapeuta del lenguaje y tecnólogo médico especialista en trastornos del lenguaje. Fonoaudiólogo: Argentina, Chile, Brasil, Colombia, Ecuador, Paraguay, Uruguay y Bolivia.
Latinoamérica	En Perú se utiliza terapeuta del lenguaje, del habla y de la audición. En Venezuela se utiliza terapeuta del lenguaje.
Centroamérica	En México se utiliza terapia en audición y lenguaje, terapeuta en comunicación humana.

En los últimos años el logopeda se ha ido desarrollando en otras áreas, llegando a cubrir nuevos ámbitos de acción (por ejemplo legales y laborales), realizando consultorías o asesorías. La mayor parte sus funciones se relacionan a la evaluación, diagnóstico e intervención de personas con alteraciones de la comunicación, identificando las grandes áreas del lenguaje, el habla, la voz y la audición.

En una breve revisión sobre las mallas curriculares de los estudiantes de logopedia pertenecientes a universidades de países latinoamericanos y europeos podemos decir que están centradas en contenidos y asignaturas. La formación es bastante similar en estos países, aunque existen diferencias en las orientaciones y modelos subyacentes. Se reconocen tres niveles de formación:

- *Materias de ciencias básicas:* biología, anatomía, psicología, lingüística,



morfología, fisiología, morfología, entre otras.

- *Materias de temas logopédicos:* trastornos del lenguaje, voz, habla, disfagia y audición y evaluación e intervención correspondientes, entre otras.
- *Prácticas:* estas pueden ser prácticas pre-profesionales, prácticas integradas, internados, etc.

Para llegar a obtener un esquema que permita plasmar la contribución del sistema en el ámbito educativo del área de logopedia, se han analizado brevemente las mallas accediendo a través de la página web de algunas universidades de Latinoamérica tales como: Universidad de Cuenca y Universidad Central del Ecuador, en Chile la Universidad de Chile, Universidad del Desarrollo y la Universidad Mayor, en Colombia la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad del Rosario, en Brasil la Universidad de Sao Paulo, en Argentina la Universidad de Buenos Aires y la Universidad Nacional de Córdoba, en Perú la Universidad Peruana Cayetano Heredia, en Venezuela el Instituto Venezolano de la Audición y el Lenguaje – Instituto Universitario. En las universidades de Europa tenemos la Universidad de La Laguna, Universidad de Granada y Universidad de Oviedo (España).

Luego del análisis realizado sobre las mallas se ha optado por obtener las asignaturas comunes entre las universidades antes mencionadas en un resumen condensado. Cabe recalcar que cada universidad tiene un temario propio que se adapta a los esquemas pedagógicos propios de cada país y realidad. En la Figura 10 se encuentran las materias clasificadas como básicas, logopédicas y prácticas.

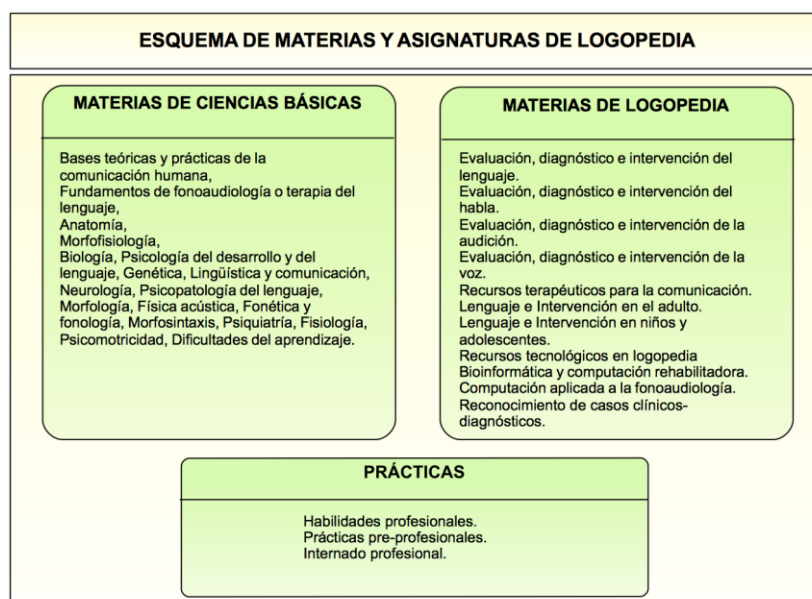


Figura 10. Esquema de materias y asignaturas de logopedia

Por otra parte, es importante mencionar que el sistema que se propone en la presente tesis, contiene una guía de contenidos con recursos (videos, páginas, gráficos, etc.) relacionados al área de logopedia, los mismos que se han planteado para ser un apoyo en el aprendizaje de los educandos. En la Figura 11 se observan los temas con los que se va a contribuir en el área.

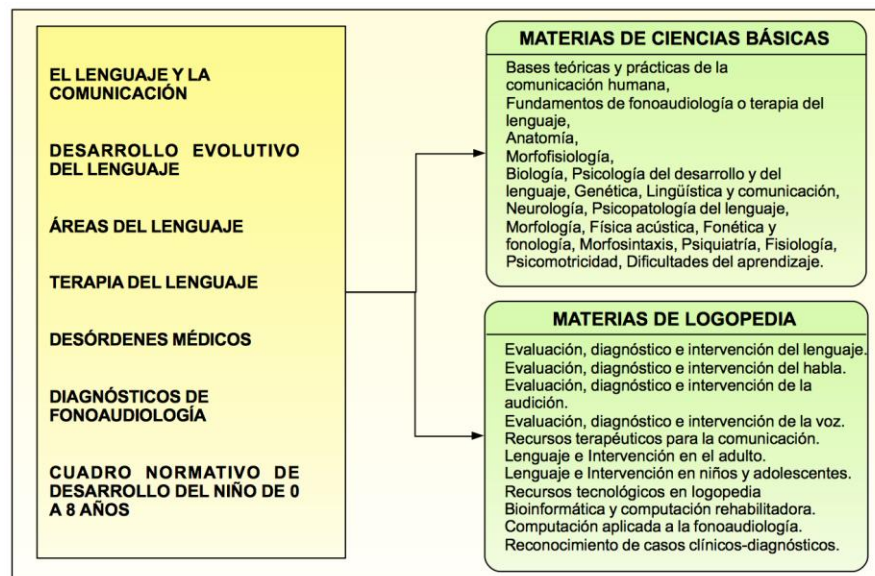


Figura 11. Guía de contenidos para apoyar a las materias teóricas de logopedia

Los contenidos son textuales y con recursos tales como videos, páginas web, preguntas de verdadero o falso, preguntas de opción múltiple con el objetivo de apoyar en las bases teóricas.

En la Figura 12 se observa el recurso llamado Diseño de Planes de Terapia del Habla y Lenguaje que contribuirá en las bases prácticas para el diseño de planes de terapia. Este recurso permitirá medir las habilidades de los profesionales al momento de evaluar, diagnosticar e intervenir a un paciente.

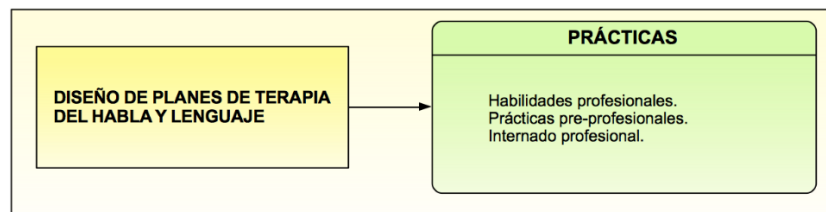


Figura 12. Esquema de apoyo a las prácticas profesionales



### 3.4.3 DESARROLLO DEL SISTEMA INFORMÁTICO

A continuación se va a describir de manera detallada la propuesta del sistema de la sección 3.1, considerando las siguientes capas:

- Base de Conocimiento
- Sistema Experto
- Ambiente Virtual MOODLE

#### 3.4.3.1 BASE DE CONOCIMIENTO

##### 3.4.3.1.1 ANAMNESIS

La ontología de la anamnesis en base al esquema descrito en la sección 3.4.1.1 se ha creado en el programa Protegé (editor de ontologías libre y de código abierto que permite construir sistemas inteligentes) y se ha generado en formato OWL/RDF. Para poblar esta ontología se han seleccionado 70 perfiles de niños que asisten a 5 centros de educación especial de la ciudad de Cuenca los cuales se describen a continuación: Centro de Protección para Discapacidades (CEPRODIS), Instituto de Parálisis Cerebral del Azuay (IPCA), Centro de Desarrollo Infantil de la Universidad de Cuenca (CEDIUC), Unidad Educativa Especial del Azuay (UNEDA) y CEDEI *School*. En la Tabla 12 se presenta el número de instancias para los elementos principales de la ontología y en el Anexo D se encuentra el archivo OWL/RDF.

Tabla 12. Número de instancias de la ontología de la anamnesis

Elemento	Número
Pacientes	70
Registros escolares	69
Registros de nacimiento	70
Registros del desarrollo	70
Registros del habla, lenguaje y audición	70
Registros médicos	70
Evaluaciones	70



### 3.4.3.1.2 HITOS DEL HABLA Y LENGUAJE

La ontología propuesta por Robles-Bykbaev et al. (2016) contiene los hitos lingüísticos que se adquieren durante el desarrollo normal de los niños. Estos hitos pertenecen a cada una de las áreas del habla y lenguaje y son fundamentales para desarrollar las habilidades que se utilizarán en la edad adulta. En la Tabla 13 se describe el número de instancias de cada elemento de la ontología.

Tabla 13. Número de instancias de la ontología de hitos del desarrollo

Elemento	Número
Áreas del habla y lenguaje (habla, lenguaje expresivo, lenguaje comprensivo, audición y cognición)	5
Hitos por período de edad (0 a 12 meses, etc.)	12
Trastornos de la comunicación	30
Diagnósticos médicos (usando códigos ICD-10-CM y DSM-V)	45
Recursos terapéuticos (por ejemplo: cuentos, láminas, velas, cuadernos, etc.)	160
Habilidades del habla y lenguaje	370
Actividades y ejercicios de terapia	383

Para la poblar la ontología antes mencionada, se contó con el apoyo del logopeda que se encargó de analizar 154 perfiles de pacientes que asisten a tres instituciones de educación especial de Cuenca: Instituto de Parálisis Cerebral del Azuay (IPCA), Fundación General Dávalos y Unidad Educativa Especial del Azuay (UNEDA), aspecto que permitió obtener los diagnósticos médicos (discapacidades) y desórdenes de la comunicación de los pacientes. Por otra parte, los ejercicios de terapia de lenguaje, actividades y recursos fueron extraídos de 98 planes de terapia diseñados manualmente por el experto de terapia del habla y lenguaje para los pacientes mencionados.

Siguiendo con la misma propuesta, se llega a determinar las discapacidades con mayor prevalencia en Cuenca las cuáles se pueden observar en la Tabla 14. De cada desorden médico se da a conocer el código de diagnósticos ICD-10-CM provistos por el



*American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) (2015) y el número de casos.*

Tabla 14. Prevalencia de los desórdenes médicos en Cuenca

<b>Discapacidad/Desorden médico</b>	<b>ICD-10-CM</b>	<b>Total de casos</b>
Discapacidad intelectual leve	F70	28
Síndrome de Down	Q90	20
Parálisis cerebral intelectual (PCI)	G80	20
Trastorno del espectro autista (TEA)	F84.0	9

Los desórdenes de la comunicación más prevalentes se pueden observar en la Tabla 15.

Tabla 15. Prevalencia de los desórdenes de la comunicación en Cuenca

<b>Desórdenes de la comunicación</b>	<b>ICD-10-CM</b>	<b>Total de casos</b>
Retardo del lenguaje	F80.8	47
Retraso en la adquisición del lenguaje	F80.2	27
Dislalia	F80.0	25
Disartria	R47.1	24

### 3.4.3.1.3 PERFILES DE PACIENTES

La información sobre los perfiles de pacientes es la base para alimentar las instancias de la ontología de la anamnesis, siendo los datos que se utilizan los que se detallan a continuación:

- *Identificación del caso:* hace referencia a un identificador único para especificar a un paciente, generalmente dentro del sistema se maneja con las iniciales de los nombres y apellidos.
- *Nombres y apellidos:* información sobre datos personales del niño.
- *Fecha de nacimiento:* se refiere al día, mes y año de nacimiento del niño.
- *Sexo:* se refiere al género.



- *Edad*: se refiere a la edad del niño a la fecha de consulta o del ingreso de los datos en la ficha logopédica.

#### 3.4.3.1.4 HISTORIA CLÍNICA DEL HABLA Y LENGUAJE

La información de la historia clínica del habla y lenguaje permite poblar la clase **Evaluacion** que se encuentra en la ontología descrita en la sección 3.4.1.1. Este punto hace referencia a las variables principales en las áreas del habla y lenguaje que evalúa el logopeda para optar por un plan de intervención. Se tomaron 70 casos de los centros de educación especial cuyos documentos físicos y digitales se encuentran en el Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia (GI-IATa), para el análisis se ha considerado la siguiente información:

- Fecha de evaluación: se refiere a la fecha en la que se realiza la consulta con el logopeda.
- Edad cronológica: hace referencia a la edad del paciente a la fecha de la consulta.
- Edad del lenguaje comprensivo
- Edad del lenguaje expresivo
- Edad madurativa del lenguaje: es la edad de lenguaje que tiene una persona y se obtiene de acuerdo a la siguiente operación:

$$\text{Edad madurativa del lenguaje} = \frac{\text{edad del lenguaje comprensivo} + \text{edad del lenguaje expresivo}}{2}$$

- Desfase: es la diferencia entre la edad cronológica y la edad madurativa del lenguaje y se obtiene de acuerdo a la siguiente operación:

$$\text{Desfase} = \text{edad cronológica} - \text{edad madurativa del lenguaje}$$





### **3.4.3.2 SISTEMA EXPERTO**

#### **3.4.3.2.1 ALGORITMO GENÉTICO**

En esta sección se describe el proceso que realiza el algoritmo genético para obtener los datos de un perfil válido generado automáticamente, en la Figura 13 se observa el ciclo que ejecuta el algoritmo.

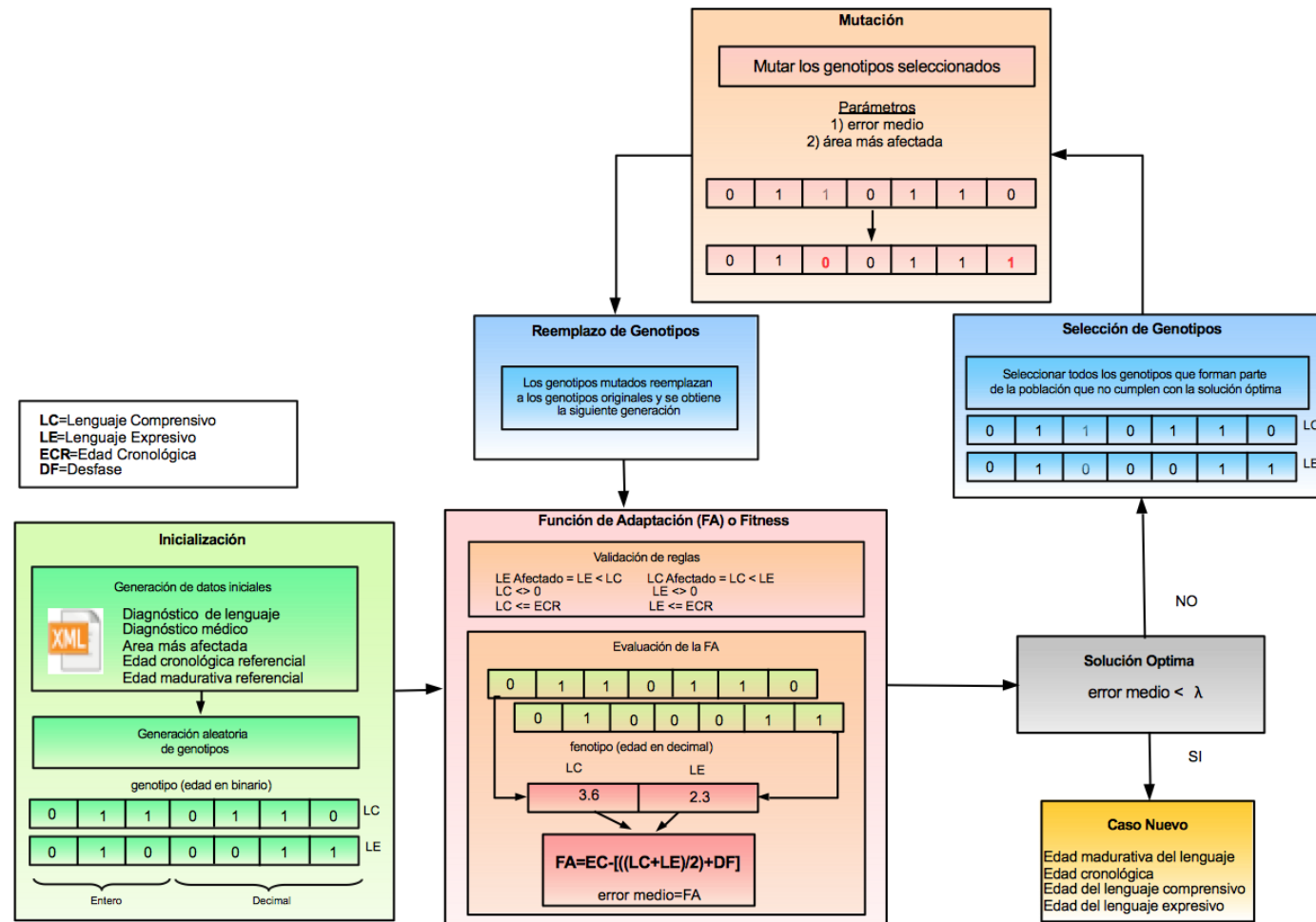


Figura 13. Algoritmo genético



### 3.4.3.2.1.1 INICIALIZACIÓN

- **Generación de datos iniciales:** en este proceso se toma en cuenta los diagnósticos del lenguaje y los diagnósticos médicos con mayor prevalencia, tales como la disartria, la dislalia, el retardo leve del lenguaje, el retardo moderado del lenguaje y el trastorno específico del lenguaje, que se encuentran en un corpus almacenado en archivos XML, los cuales son consultados aleatoriamente para generar los datos iniciales. En la Figura 14 se observa un breve ejemplo de la estructura de la disartria.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <algoritmo-genetico-data total-hijos="5" area-mas-afectada="HV" diagnostico-lenguaje="DISARTRIA">
  - <diagnostico-medico desfase-maximo-LC="7" desfase-minimo-LC="2" desfase-maximo-LE="7" desfase-minimo-LE="3"
    descripcion="PARALISIS CEREBRAL INFANTIL">
    <edad-madurativa valor="4.75"/>
    <edad-cronologica valor="8"/>
    <trastornos-asociados>EPILEPSIA</trastornos-asociados>
  </diagnostico-medico>
```

Figura 14. Estructura del archivo XML de la disartria

El resultado de este proceso permite generar de forma automática las siguientes variables:

- Diagnóstico de Lenguaje (DL)
  - Diagnóstico Médico (DM)
  - Edad Cronológica referencial (EC)
  - Edad Madurativa del Lenguaje referencial (EM)
  - Área más afectada
- **Generación aleatoria de genotipos:** este proceso se encarga de generar de manera aleatoria la población inicial y lo realiza de la siguiente manera:
    1. Se fija el tamaño inicial de la población con la variable  $n$ , como ejemplo se fija  $n=10$ .
    2. Se generan aleatoriamente 7 bits (genes) que representan la edad en notación binaria al que llamaremos genotipo. La edad puede contener

decimales por lo que se asigna los 3 primeros bits para la parte entera y los 4 bits restantes para la parte decimal como se observa en la Figura 15.

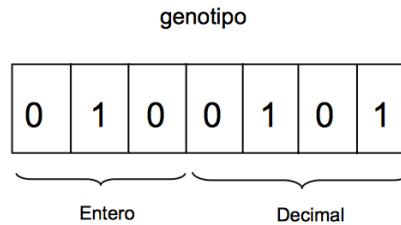


Figura 15. Genotipo de la edad

3. Se genera un genotipo para la edad del lenguaje expresivo y un genotipo para la edad del lenguaje comprensivo, como se aprecia en la Figura 16.

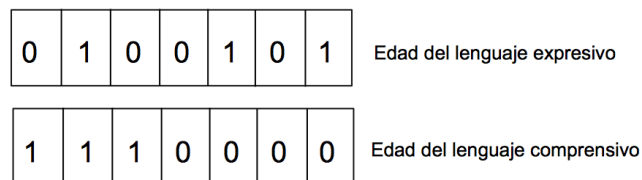


Figura 16. Genotipos de la edad del lenguaje expresivo y la edad del lenguaje comprensivo

4. Se genera una población aleatoria de  $n$  genotipos para edad de lenguaje expresivo y  $n$  genotipos para la edad de lenguaje comprensivo, como se puede observar en la Figura 17.



Diagnóstico de lenguaje	Diagnóstico médico	genotipos	
		Lenguaje Expresivo	Lenguaje Comprensivo
Disartria	Polineuropatía Congénita degenerativa	0100101	1110000
Disartria	Polineuropatía Congénita degenerativa	1110000	0110000
Disartria	Polineuropatía Congénita degenerativa	0110000	1000101
Disartria	Polineuropatía Congénita degenerativa	0110000	1010000
Disartria	Polineuropatía Congénita degenerativa	0100000	1100101
Disartria	Polineuropatía Congénita degenerativa	0100101	1110000
Disartria	Polineuropatía Congénita degenerativa	1110000	0100000
Disartria	Polineuropatía Congénita degenerativa	0100000	0110000
Disartria	Polineuropatía Congénita degenerativa	0101000	1100010
Disartria	Polineuropatía Congénita degenerativa	0110011	1010010

Figura 17. Población inicial de genotipos

### 3.4.3.2.1.2 FUNCIÓN DE ADAPTACIÓN (FA) O *FITNESS*

Para los procesos que se realizan en este módulo es necesario obtener el fenotipo (que es la representación de los genotipos en notación decimal). En la Figura 18 se observa los fenotipos de Lenguaje Expresivo (LE) y de Lenguaje Comprensivo (LC).

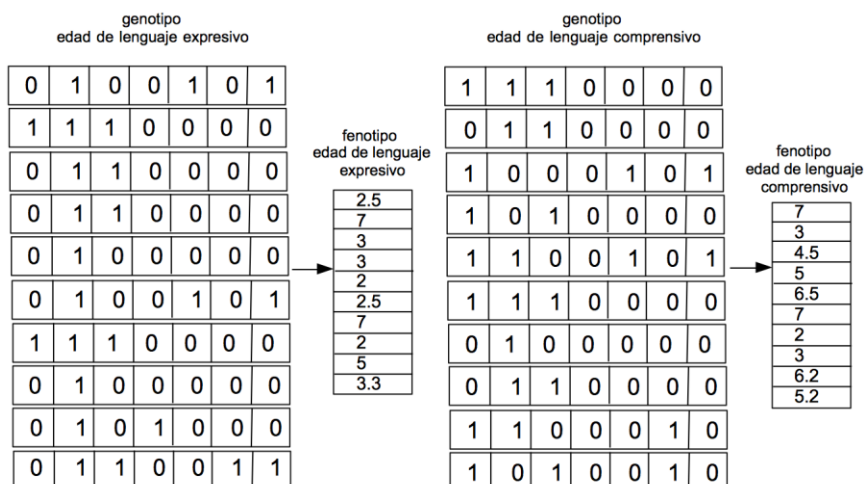


Figura 18. Fenotipos de la población inicial

- **Validación de reglas:** este proceso consiste en validar los fenotipos que cumplen con las reglas principales de terapia del lenguaje, las cuales se detallan a continuación:



1. **Regla 1:** si el lenguaje expresivo es el más afectado debe cumplirse la siguiente igualdad:

$$LE_{afectado} = LE < LC$$

2. **Regla 2:** si el lenguaje comprensivo es el más afectado debe cumplirse la siguiente igualdad:

$$LC_{afectado} = LC < LE$$

3. **Regla 3:** la edad del lenguaje comprensivo y la edad del lenguaje expresivo tienen que ser mayores a 0:

$$LC \neq 0 \text{ y } LE \neq 0$$

4. **Regla 4:** la edad de lenguaje comprensivo tiene que ser menor o igual a la edad cronológica referencial:

$$LC \leq EC$$

5. **Regla 5:** la edad de lenguaje expresivo tiene que ser menor o igual a la edad cronológica referencial:

$$LE \leq EC$$

- **Evaluación de la FA:** con los fenotipos se debe computar el resultado obtenido al aplicar la función de adaptación o función de evaluación. La FA se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$FA(\vec{genotipo}_i) = EC - \left\{ \frac{LC + LE}{2} + DF_{DM,DL} \right\}$$

En dónde:

- FA = error medio
- EC = edad cronológica referencial



- LC = edad del lenguaje comprensivo
- LE = edad del lenguaje expresivo
- DF = desfase

La función de adaptación tiene que ser aplicada para los  $n$  fenotipos de la población, a fin de obtener cada valor de adaptación. Por ejemplo, a cada uno de los fenotipos de la Figura 18 se aplica la FA obteniendo los resultados de la Tabla 16 y con los siguientes datos iniciales del caso:

DL: Disartria

DM: Polineuropatía congénita degenerativa

EC: 9 años

EM: 6 años

Área más afectada: Habilidad verbal

Tabla 16. Ejemplo de cálculo de función de adaptación

DL	DM	LE	LC	EC	EM	DF	Error medio
Disartria	Polineuropatía congénita degenerativa	2,5	7	9	6	3	1,25
Disartria	Polineuropatía congénita degenerativa	7	3	9	6	3	1
Disartria	Polineuropatía congénita degenerativa	3	4,5	9	6	3	2,25
Disartria	Polineuropatía congénita degenerativa	3	5	9	6	3	2
Disartria	Polineuropatía congénita degenerativa	2	6,5	9	6	3	1,75
Disartria	Polineuropatía congénita degenerativa	2,5	7	9	6	3	1,25
Disartria	Polineuropatía congénita degenerativa	7	2	9	6	3	1,5
Disartria	Polineuropatía congénita degenerativa	2	3	9	6	3	3,5
Disartria	Polineuropatía congénita degenerativa	5	6,2	9	6	3	0,4



Disartria	Polineuropatía congénita degenerativa	3,3	5,2	9	6	3	1,75
-----------	---------------------------------------	-----	-----	---	---	---	------

Para obtener el error medio en el primer fenotipo de la Tabla 16 se debe aplicar la ecuación de la FA de la siguiente manera:

$$1,25 = 9 - \left\{ \frac{2,5 + 7}{2} + 3 \right\}$$

Esta ecuación es aplicada a todos los fenotipos que forman parte de la población para obtener los datos de la Tabla 16.

### 3.4.3.2.1.3 SOLUCIÓN ÓPTIMA

La solución óptima consiste obtener el valor del error medio que cumpla con la condición de ser menor o igual al valor de ajuste  $\lambda$ . Si se cumple esta ecuación, los valores de las edades cronológicas, del lenguaje comprensivo, del lenguaje expresivo y la edad madurativa del lenguaje son las edades óptimas para ser consideradas como un nuevo caso.

$$error\ medio < \lambda \text{ donde } \lambda = 0,01$$

Además existe una segunda condición para que el algoritmo se dé por terminado y es cuando haya llegado a realizar 2500 iteraciones.

### 3.4.3.2.1.4 SELECCIÓN DE GENOTIPOS

Mientras no se cumpla con una de las condiciones para llegar a obtener la solución óptima se toman los  $n$  genotipos y se ordenan por el error medio, posteriormente se seleccionan todos los genotipos de la generación con su respectivo error medio.

A continuación, en el ejemplo en la Tabla 17, se observan los genotipos que van a ser seleccionados con su respectivo error medio ordenados de acuerdo al menor error medio.



Tabla 17. Selección de genotipos

genotipos		fenotipos					
LE	LC	LE	LC	EC	EM	DF	Error medio
0101000	1100010	5	6,2	9	6	3	0,4
1110000	0110000	7	3	9	6	3	1
0100101	1110000	2,5	7	9	6	3	1,25
0100101	1110000	2,5	7	9	6	3	1,25
1110000	0100000	7	2	9	6	3	1,5
0110011	1010010	3,3	5,2	9	6	3	1,75
0100000	1100101	2	6,5	9	6	3	1,75
0110000	1010000	3	5	9	6	3	2
0110000	1000101	3	4,5	9	6	3	2,25
0100000	0110000	2	3	9	6	3	3,5

### 3.4.3.2.1.5 MUTACIÓN DE GENOTIPOS

El proceso de mutación consiste en tomar los  $n$  genotipos seleccionados y cambiar cada uno sumando o restando un porcentaje aleatorio, que depende del error medio y del área más afectada. Las condiciones para sumar o restar se aplican con el objetivo de que aquellos genotipos que pasan a la siguiente generación obtengan un error medio más cercano a  $\lambda$ . A continuación se describe las reglas para obtener los porcentajes en el proceso de mutación:

- Si el error medio del genotipo es menor a 0:
  - Si el lenguaje expresivo es el más afectado:
    - Asignar un valor de porcentaje aleatorio mayor para el fenotipo del lenguaje expresivo.
    - Asignar un valor de porcentaje aleatorio menor para el fenotipo del lenguaje comprensivo.
  - Si el lenguaje comprensivo es el más afectado:



- Asignar un valor de porcentaje aleatorio mayor para el fenotipo del lenguaje comprensivo.
- Asignar un valor de porcentaje aleatorio menor para el fenotipo del lenguaje expresivo.

El porcentaje aleatorio se aplica a cada edad de acuerdo a las siguientes operaciones:

$$LC = LC - \left( \frac{LC * \text{valor de porcentaje}}{100} \right) \quad y \quad LE = LE - \left( \frac{LE * \text{valor de porcentaje}}{100} \right)$$

- Si el error medio del genotipo es mayor a 0:
  - Si el lenguaje expresivo es el más afectado:
    - Asignar un valor de porcentaje aleatorio mayor para el fenotipo del lenguaje comprensivo.
    - Asignar un valor de porcentaje aleatorio menor para el fenotipo del lenguaje expresivo.
  - Si el lenguaje comprensivo es el más afectado:
    - Asignar un valor de porcentaje aleatorio mayor para el fenotipo del lenguaje expresivo.
    - Asignar un valor de porcentaje aleatorio menor para el fenotipo del lenguaje comprensivo.

El porcentaje aleatorio se aplica a cada edad (fenotipo) de acuerdo a las siguientes operaciones:

$$LC = LC + \left( \frac{LC * \text{valor de porcentaje}}{100} \right) \quad y \quad LE = LE + \left( \frac{LE * \text{valor de porcentaje}}{100} \right)$$

En la siguiente operación se puede observar el ejemplo de mutación del primer



genotipo de la población. Para lo cual se debe considerar que el lenguaje expresivo es el más afectado y el error medio es mayor a 0, el proceso sería el siguiente:

$$LC = 6,2 + (6,2 * 5\%) \quad y \quad LE = 5 + (5 * 32\%)$$

En la Figura 19 se observa la representación del genotipo mutado, este proceso tiene que ser aplicado a todos los genotipos que forman parte de la población.

genotipos		genotipos mutados	
LE	LC	LE	LC
0101000	1100010	0100010	0100101

Figura 19. Mutación de genotipos

#### 3.4.3.2.1.6 REEMPLAZO DE GENOTIPOS

En el proceso de reemplazo se toman los genotipos mutados para obtener la siguiente generación. En la Figura 20 se observa el primer genotipo mutado que será reemplazado en la generación anterior de genotipos para obtener la nueva generación, este proceso se realiza para todos los genotipos.

genotipos mutados		genotipos originales		genotipos reemplazados	
LE	LC	LE	LC	LE	LC
0100010	0100101	0101000	1100010	0100010	0100101

Figura 20. Reemplazo de genotipos

#### 3.4.3.3 ENSAMBLADOR DE PLANES DE TERAPIA DEL HABLA Y LENGUAJE

##### 3.4.3.3.1 CONSULTAS E INFERENCIAS

Este módulo realiza inferencias y consultas sobre la ontología de la anamnesis e hitos del habla y lenguaje y ha sido desarrollado utilizando el lenguaje de programación Java<sup>21</sup> y el *framework* Jena<sup>22</sup> que permite construir aplicaciones basadas en ontologías.

<sup>21</sup> Java: es un lenguaje de programación orientado a objetos que permite desarrollar, implementar y utilizar de forma eficaz aplicaciones y servicios.



En la Figura 21 podemos observar la clase generada con sus métodos respectivos para realizar las consultas a las ontologías almacenadas en la base de conocimiento.

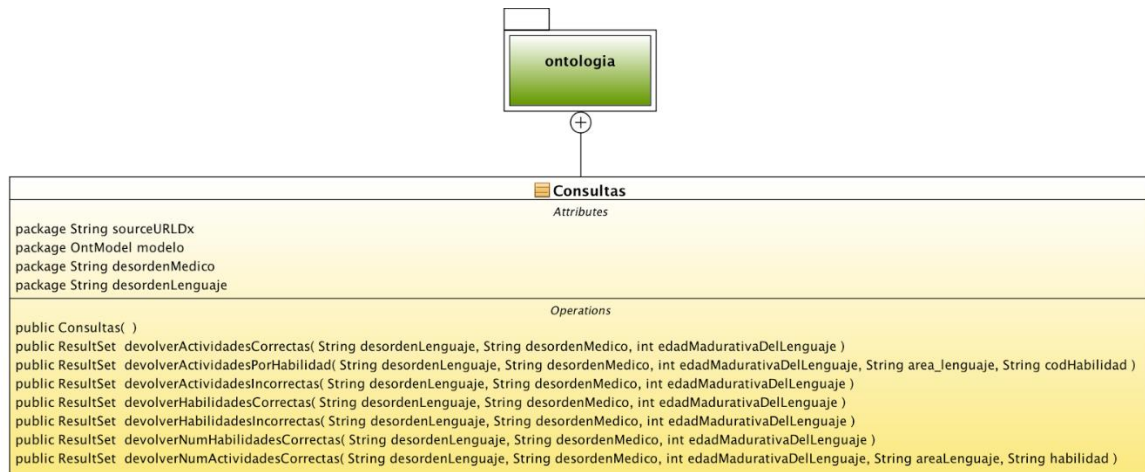


Figura 21. Clase para consultar e inferir sobre las ontologías

La clase **Consultas** utiliza el *framework* Jena y dentro de sus métodos incorpora el lenguaje para consultar grafos llamado SPARQL<sup>23</sup>.

El método **devolverActividadesCorrectas** que recibe los parámetros desorden del lenguaje, desorden médico, edad madurativa del lenguaje retorna los registros obtenidos en la consulta de la Figura 22. Este método permite obtener aquellas actividades que debería realizar un niño en determinada edad, tomando en cuenta el desorden de lenguaje, el desorden médico y la edad madurativa del lenguaje.

<sup>22</sup> Jena: es un framework Java de código abierto para construir aplicaciones de web semántica y datos vinculados. (<https://jena.apache.org/>)

<sup>23</sup> SPARQL: es un lenguaje estandarizado para consulta de grafos RDF. (<https://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>)



```
1 PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
2 PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
3 PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
4 PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
5 PREFIX anamnesis: <http://www.spelta.ec/terapiaLenguaje/anamnesis#>
6 PREFIX spelta: <http://www.spelta.ec/terapiaLenguaje#>
7
8 select DISTINCT ?habilidad ?area_lenguaje ?codigo
9 {
10     ?rHabilidad rdf:type spelta:Habilidad.
11     ?rArea_Lenguaje rdf:type spelta:Area_Lenguaje.
12     ?rHabilidad spelta:pertenece ?rArea_Lenguaje.
13     ?rEdad rdf:type spelta:Edad.
14     ?rHabilidad spelta:seDesarrolla ?rEdad.
15     ?rArea_Lenguaje spelta:nombre ?area_lenguaje.
16     ?rHabilidad spelta:descripcion ?habilidad.
17     ?rEdad spelta:minima ?edad_minima.
18     ?rEdad spelta:maxima ?edad_maxima.
19     ?rDesorden_Lenguaje rdf:type spelta:Desorden_Lenguaje.
20     ?rDesorden_Lenguaje spelta:afecta ?rHabilidad.
21     ?rDesorden_Lenguaje spelta:nombre "desordenLenguaje"^^xsd:string.
22     ?rActividad rdf:type spelta:Actividad.
23     ?rActividad spelta:desarrolla ?rHabilidad.
24     ?rActividad spelta:descripcion ?actividad.
25     ?rDesorden_Medico rdf:type spelta:Desorden_Medico.
26     ?rDesorden_Medico spelta:puedeGenerar ?rDesorden_Lenguaje.
27     ?rDesorden_Medico spelta:nombre "desordenMedico.toUpperCase()"^^xsd:string.
28     ?rHabilidad spelta:codigo ?codigo.
29     FILTER (?edad_minima < "edadMadurativaDelLenguaje").
30     FILTER (?edad_maxima > "edadMadurativaDelLenguaje").
31 } order by ?area_lenguaje
32
```

Figura 22. Consulta para recuperar actividades correctas

El método **devolverActividadesPorHabilidad** recibe los parámetros `desordenLenguaje`, `desordenMedico`, `edadMadurativaDelLenguaje`, `area_lenguaje`, `codHabilidad` y retorna los registros de la consulta que se observa en la Figura 23. Este método tiene el objetivo de generar las actividades que debería realizar un niño para cumplir una determinada habilidad tomando en cuenta el desorden del lenguaje, el desorden médico, la edad madurativa del lenguaje, el área (audición, habla, lenguaje expresivo, lenguaje comprensivo) y código de la habilidad.



```
1 PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
2 PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
3 PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
4 PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
5 PREFIX anamnesis: <http://www.spelta.ec/terapiaLenguaje/anamnesis#>
6 PREFIX spelta: <http://www.spelta.ec/terapiaLenguaje#>
7 select ?area_lenguaje ?rDesorden_Lenguaje ?rDesorden_Medico ?rEdad ?codigo ?habilidad ?actividad
8 {
9     ?rHabilidad rdf:type spelta:Habilidad.
10    ?rArea_Lenguaje rdf:type spelta:Area_Lenguaje.
11    ?rHabilidad spelta:pertenece ?rArea_Lenguaje.
12    ?rEdad rdf:type spelta:Edad.
13    ?rHabilidad spelta:seDesarrolla ?rEdad.
14    ?rArea_Lenguaje spelta:nombre ?area_lenguaje.
15    ?rHabilidad spelta:descripcion ?habilidad.
16    ?rEdad spelta:minima ?edad_minima.
17    ?rEdad spelta:maxima ?edad_maxima.
18    ?rDesorden_Lenguaje rdf:type spelta:Desorden_Lenguaje.
19    ?rDesorden_Lenguaje spelta:afecta ?rHabilidad.
20    ?rDesorden_Lenguaje spelta:nombre "desordenLenguaje"^^xsd:string.
21    ?rActividad rdf:type spelta:Actividad.
22    ?rActividad spelta:desarrolla ?rHabilidad.
23    ?rActividad spelta:descripcion ?actividad.
24    ?rDesorden_Medico rdf:type spelta:Desorden_Medico.
25    ?rDesorden_Medico spelta:puedeGenerar ?rDesorden_Lenguaje.
26    ?rDesorden_Medico spelta:nombre "desordenMedico.toUpperCase()"^^xsd:string.
27    ?rHabilidad spelta:codigo ?codigo.
28    ?rHabilidad spelta:codigo "codHabilidad.toUpperCase()"^^xsd:string.
29    ?rArea_Lenguaje spelta:nombre "area_lenguaje"^^xsd:string.
30    FILTER (?edad_minima < "edadMadurativaDelLenguaje").
31    FILTER (?edad_maxima > "edadMadurativaDelLenguaje").
32 } order by ?area_lenguaje ?rHabilidad
33
```

Figura 23. Consulta para recuperar las actividades por habilidad

El método **devolverActividadesIncorrectas** recibe los parámetros `desordenLenguaje`, `desordenMedico`, `edadMadurativaDelLenguaje` y retorna los registros obtenidos en la consulta de la Figura 24. El objetivo de este método es retornar todas las actividades que un niño no debería realizar en determinada edad.

El método **devolverHabilidadesCorrectas** recibe los parámetros `desordenLenguaje`, `desordenMedico`, `edadMadurativaDelLenguaje` y retorna los registros obtenidos en la consulta de la Figura 25. Este método nos permite consultar las habilidades que un niño debería cumplir con un desorden de lenguaje, desorden médico y la edad madurativa del lenguaje.



```
1 PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
2 PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
3 PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
4 PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
5 PREFIX anamnesis: <http://www.spelta.ec/terapiaLenguaje/anamnesis#>
6 PREFIX spelta: <http://www.spelta.ec/terapiaLenguaje#>
7   select DISTINCT ?actividad ?area_lenguaje
8   {
9     ?rHabilidad          rdf:type          spelta:Habilidad.
10    ?rArea_Lenguaje       rdf:type          spelta:Area_Lenguaje.
11    ?rHabilidad           spelta:pertenece   ?rArea_Lenguaje.
12    ?rArea_Lenguaje       spelta:nombre     ?area_lenguaje.
13    ?rHabilidad           spelta:descripcion ?habilidad.
14    ?rDesorden_Lenguaje   rdf:type          spelta:Desorden_Lenguaje.
15    ?rDesorden_Lenguaje   spelta:afecta     ?rHabilidad.
16    ?rActividad           rdf:type          spelta:Actividad.
17    ?rActividad           spelta:desarrolla ?rHabilidad.
18    ?rActividad           spelta:descripcion ?actividad.
19    ?rDesorden_Lenguaje   spelta:nombre     ?desorden_lenguaje.
20    FILTER (?desorden_lenguaje != "desordenLenguaje"^^xsd:string).
21  }
22
```

Figura 24. Consulta para recuperar las actividades inadecuadas

```
1 PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
2 PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
3 PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
4 PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
5 PREFIX anamnesis: <http://www.spelta.ec/terapiaLenguaje/anamnesis#>
6 PREFIX spelta: <http://www.spelta.ec/terapiaLenguaje#>
7   select ?area_lenguaje ?desorden_Lenguaje ?desorden_Medico ?rEdad ?habilidad
8   {
9     ?rHabilidad rdf:type spelta:Habilidad.
10    ?rArea_Lenguaje rdf:type spelta:Area_Lenguaje.
11    ?rHabilidad spelta:pertenece ?rArea_Lenguaje.
12    ?rEdad rdf:type spelta:Edad.
13    ?rHabilidad spelta:seDesarrolla ?rEdad.
14    ?rArea_Lenguaje spelta:nombre ?area_lenguaje.
15    ?rHabilidad spelta:descripcion ?habilidad.
16    ?rEdad spelta:minima ?edad_minima.
17    ?rEdad spelta:maxima ?edad_maxima.
18    ?rDesorden_Lenguaje rdf:type spelta:Desorden_Lenguaje.
19    ?rDesorden_Lenguaje spelta:afecta ?rHabilidad.
20    ?rDesorden_Lenguaje spelta:nombre "desordenLenguaje"^^xsd:string.
21    ?rDesorden_Medico rdf:type spelta:Desorden_Medico.
22    ?rDesorden_Medico spelta:puedeGenerar ?rDesorden_Lenguaje.
23    ?rDesorden_Medico spelta:nombre ?desorden_medico.
24    ?rDesorden_Lenguaje spelta:nombre ?desorden_lenguaje.
25    ?rDesorden_Medico spelta:nombre "desordenMedico.toUpperCase()"^^xsd:string.
26    FILTER (?edad_minima< "edadMadurativaDelLenguaje").
27    FILTER (?edad_maxima> "edadMadurativaDelLenguaje").
28  } order by ?area_lenguaje ?habilidad
29
```

Figura 25. Consulta para recuperar las habilidades correctas

El método **devolverHabilidadesIncorrectas** recibe los parámetros **desordenLenguaje**, **desordenMedico**, **edadMadurativaDelLenguaje** y retorna los



registros obtenidos en la consulta de la Figura 26. Este método tiene como objetivo consultar las habilidades que un niño no debería realizar con determinada edad madurativa del lenguaje, desorden del lenguaje y desorden médico.

```
1 PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
2 PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
3 PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
4 PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
5 PREFIX anamnesis: <http://www.spelta.ec/terapiaLenguaje/anamnesis#>
6 PREFIX spelta: <http://www.spelta.ec/terapiaLenguaje#>
7   select ?area_lenguaje ?rDesorden_Lenguaje ?rEdad ?habilidad
8   {
9       ?rHabilidad rdf:type spelta:Habilidad.
10      ?rArea_Lenguaje rdf:type spelta:Area_Lenguaje.
11      ?rHabilidad spelta:pertenece ?rArea_Lenguaje.
12      ?rEdad rdf:type spelta:Edad.
13      ?rHabilidad spelta:seDesarrolla ?rEdad.
14      ?rArea_Lenguaje spelta:nombre ?area_lenguaje.
15      ?rHabilidad spelta:descripcion ?habilidad.
16      ?rEdad spelta:minima ?edad_minima.
17      ?rEdad spelta:maxima ?edad_maxima.
18      ?rDesorden_Lenguaje rdf:type spelta:Desorden_Lenguaje.
19      ?rDesorden_Lenguaje spelta:afecta ?rHabilidad.
20      ?rDesorden_Lenguaje spelta:nombre ?desorden_lenguaje.
21      FILTER(?desorden_lenguaje != "desordenLenguaje"^^xsd:string).
22  } order by ?area_lenguaje
23
```

Figura 26. Consulta para recuperar habilidades inadecuadas

Todos los métodos descritos anteriormente son los que nos permitirán obtener los datos necesarios para poder alimentar la estructura de la base de datos de MOODLE que se encuentra almacenada en *PostgreSQL*.

El diseñador de planes crea dos tipos de planes de terapia del habla y lenguaje los mismos que utilizan los respectivos métodos que se describen continuación:

- *Evaluar habilidades por área:* este cuestionario permite que el usuario seleccione las habilidades en las que debería trabajar un niño por cada una de las áreas.
- *Evaluar actividades para realizar habilidades por área:* este cuestionario permite que el usuario seleccione las actividades para que el niño desarrolle ciertas habilidades por cada una de las áreas.





### 3.4.3.3.2 ESTRUCTURA DEL CUESTIONARIO EN MOODLE

Esta sección contiene la estructura de las tablas de la base de datos de MOODLE que se han utilizado para crear el recurso llamado **cuestionario**, para esto se ha realizado un análisis de la estructura propia de esta herramienta como se puede observar en la Figura 27 y luego se han poblado los campos requeridos con el objetivo de que estos datos sean visualizados en la plataforma virtual a través de un cuestionario.

Luego del análisis de la estructura para crear un cuestionario dentro de la base de datos de MOODLE, se han creado clases y métodos utilizando el lenguaje de programación Java que permiten guardar los datos obtenidos en las consultas descritas en la sección 3.4.3.3.1. En la Figura 28 y 29 podemos observar el diagrama de clases.

### 3.4.3.4 AMBIENTE VIRTUAL MOODLE

#### 3.4.3.4.1 CONTENIDOS EDUCATIVOS Y DISEÑO DE LA HERRAMIENTA E-LEARNING

Los contenidos educativos se desarrollaron con Objetos de Aprendizaje (OA), cuya esencia es compartir y reutilizar recursos educativos en procesos de aprendizaje apoyados por las TICs (Rosanigo & Bramati, 2011) y fueron creados en la herramienta eXeLearning<sup>24</sup> versión 2.1. Esta herramienta sirve de ayuda a los docentes en la creación y publicación de contenidos web, es de código abierto y permite exportar los contenidos en diferentes formatos tales como IMS, SCORM 1.2, SCORM 2004, ePub3, HTML5.

---

<sup>24</sup> <http://exelearning.net/>

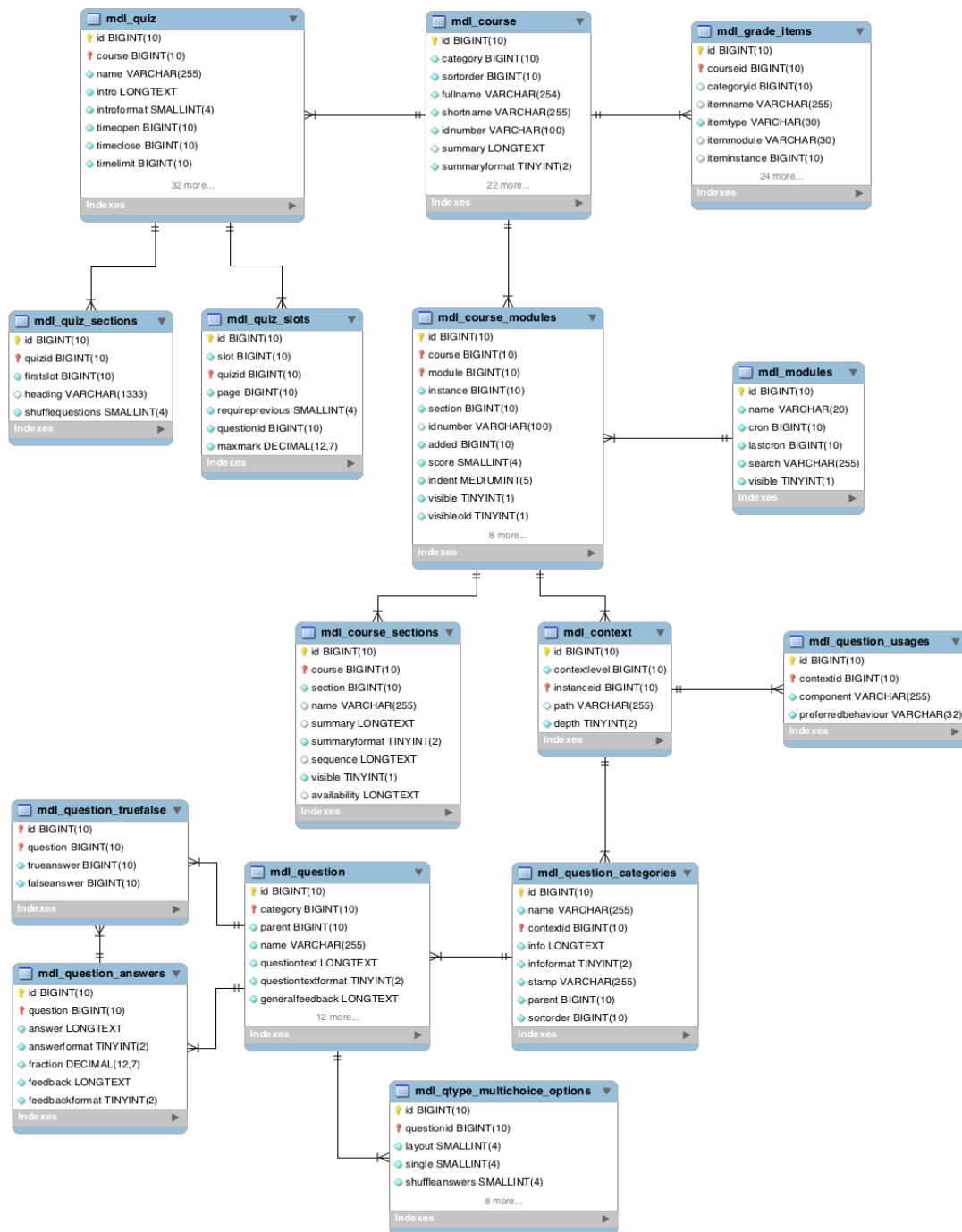


Figura 27. Diagrama entidad-relación de MOODLE para el recurso cuestionario

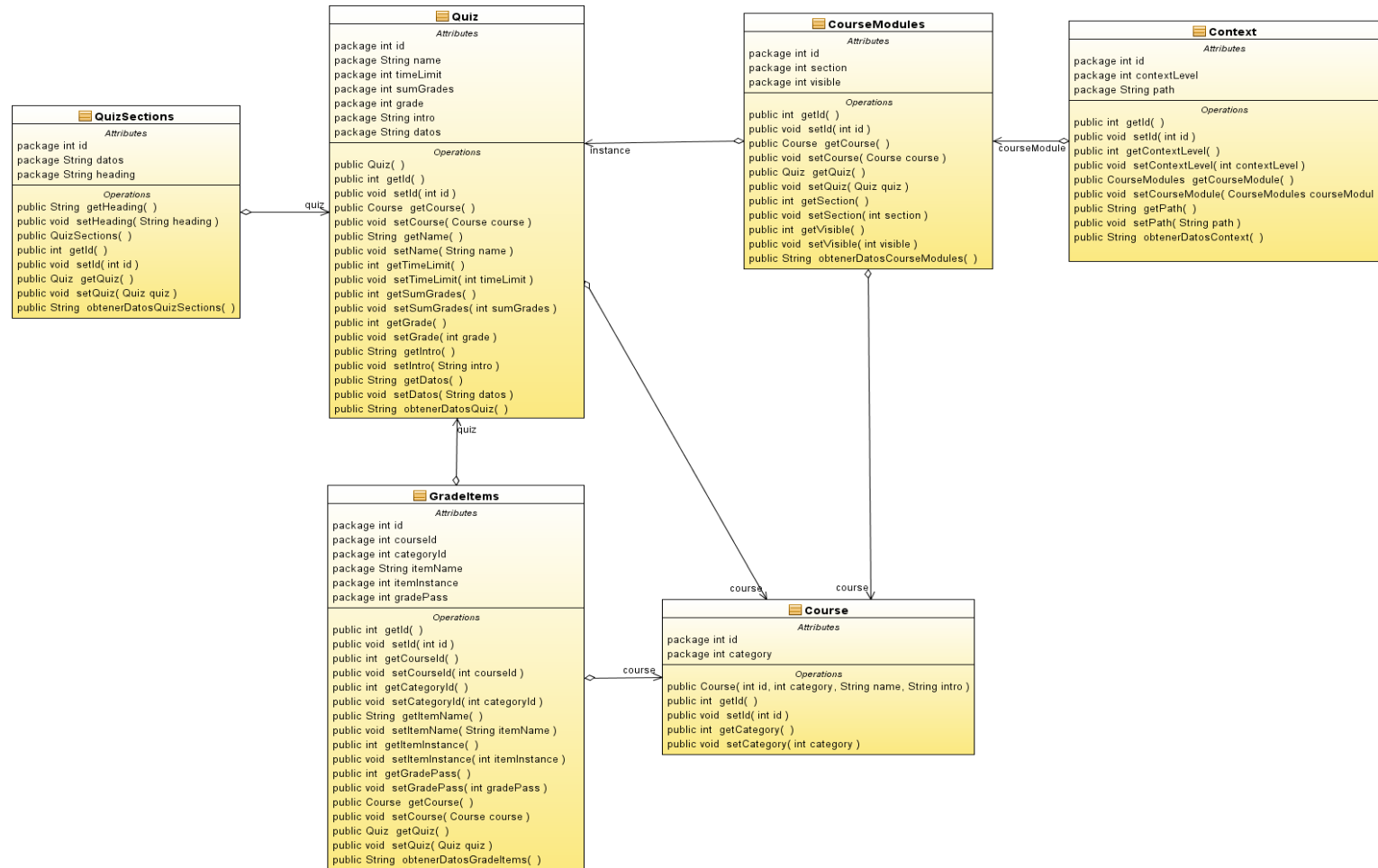


Figura 28. Diagrama de clases parcial 1 para crear el cuestionario

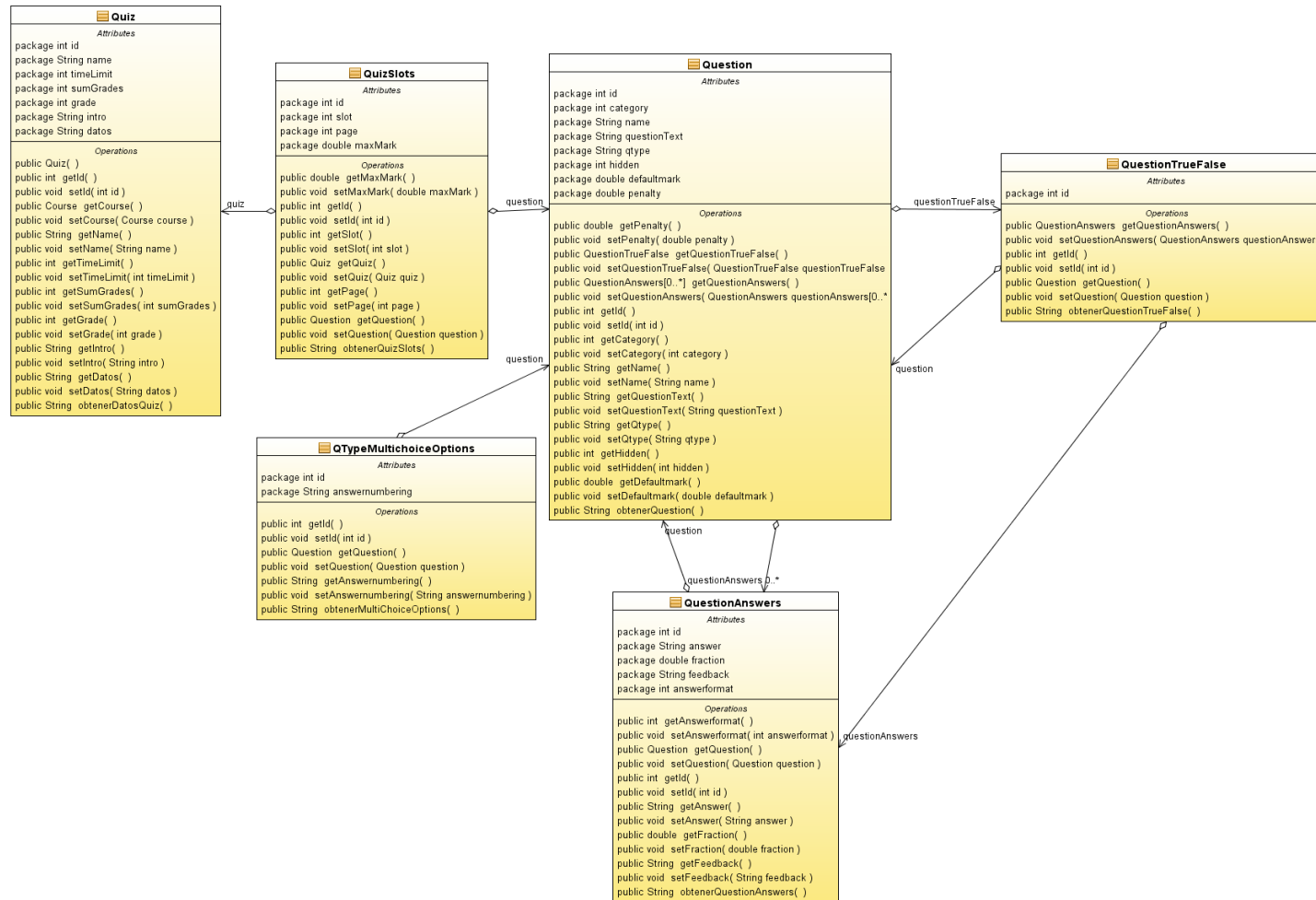


Figura 29. Diagrama de clases parcial 2 para crear el cuestionario



La estructura de cada tema consta de objetivos, desarrollo y diferentes tipos de preguntas (verdadero o falso, opción múltiple, etc.). A continuación se observa en la Figura 30 la captura de pantalla del tema “El lenguaje y la comunicación”.

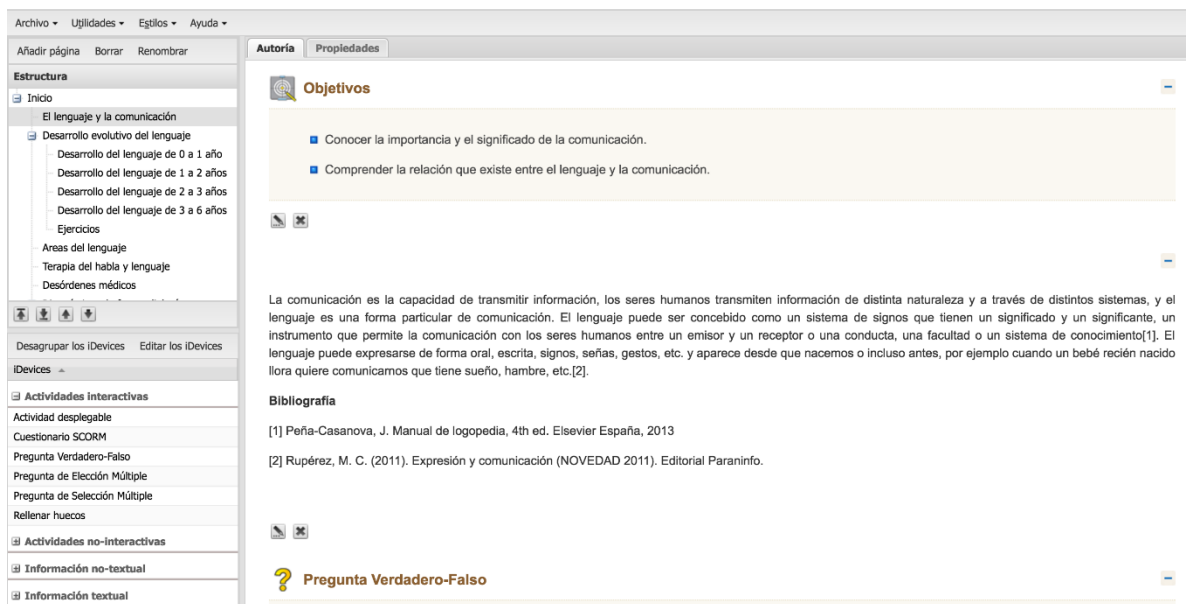


Figura 30. Captura del desarrollo del tema  
“El lenguaje y la comunicación” en eXelearning

De la forma descrita anteriormente se crearon todos los temas de acuerdo al diseño planteado.

Una vez creado el proyecto y sus temas, dicho proyecto se exporta como “sitio web” para posteriormente ser incorporado como un objeto de aprendizaje a la herramienta *e-learning*.

La herramienta *e-learning* se ha desarrollado utilizando la plataforma MOODLE<sup>25</sup> versión 3.0.5 que está diseñada para proporcionar a educadores, administradores y estudiantes un sistema para crear ambientes de aprendizaje personalizados. Esta plataforma tiene los recursos necesarios para facilitar las labores de los ambientes

<sup>25</sup> <https://moodle.org/>



virtuales entre los cuales se tienen cursos, actividades, cuestionarios, videos, páginas, etc., además trabaja en computadoras que tengan instalado un navegador de internet. Una de las grandes ventajas de esta plataforma es que permite mantener la comunicación con los estudiantes fuera del horario de clases y además permite realizar un seguimiento más exhaustivo de su trabajo.

Dentro del desarrollo del sistema se crea el curso terapia del habla y del lenguaje (como se observa en la Figura 31), que es la base para añadir todos los recursos con los que se va a trabajar dentro del sistema.



Figura 31. Curso de "Terapia del habla y lenguaje"

Una vez creado el curso se agrega la respectiva guía de contenidos a través de la creación de un recurso de OA, en la Figura 32 se observa el recurso respectivo.

#### 3.4.3.4.2 PERFILES CLÍNICOS

El perfil clínico de un paciente se presenta con los datos del diagnóstico del lenguaje, diagnóstico médico, edad cronológica en meses, edad del lenguaje expresivo en meses, edad del lenguaje comprensivo en meses y la edad madurativa del lenguaje en meses. Las variables antes mencionadas se cargan en la plataforma virtual a través de las clases generadas en Java que se encuentran en la capa del sistema experto y se almacenan en la base de datos *PostgreSQL* como parte de la estructura del cuestionario de MOODLE.



## El lenguaje y la comunicación

Menú « Anterior Siguiente »

**Inicio**

- El lenguaje y la comunicación
- Desarrollo evolutivo del lenguaje
- Áreas del lenguaje
- Terapia del habla y lenguaje
- Desórdenes médicos
- Diagnósticos de fonoaudiología
- Cuadro normativo del desarrollo de niños de 0 a 8 años

### El lenguaje y la comunicación

#### Objetivos

- :: Conocer la importancia y el significado de la comunicación.
- :: Comprender la relación que existe entre el lenguaje y la comunicación.

La comunicación es la capacidad de transmitir información, los seres humanos transmiten información de distinta naturaleza y a través de distintos sistemas, y el lenguaje es una forma particular de comunicación. El lenguaje puede ser concebido como un sistema de signos que tienen un significado y un significante, un instrumento que permite la comunicación con los seres humanos entre un emisor y un receptor o una conducta, una facultad o un sistema de conocimiento[1]. El lenguaje puede expresarse de forma oral, escrita, signos, señas, gestos, etc. y aparece desde que nacemos o incluso antes, por ejemplo cuando un bebé recién nacido llora quiere comunicarnos que tiene sueño, hambre, etc.[2].

#### Bibliografía

[1] Peña-Casanova, J. Manual de logopedia, 4th ed. Elsevier España, 2013

[2] Rupérez, M. C. (2011). Expresión y comunicación (NOVEDAD 2011). Editorial Paraninfo.

Figura 32. Objeto de aprendizaje integrado en MOODLE

En la Figura 33 podemos observar los datos del nuevo perfil generado que se presenta como parámetros a tomar en cuenta al momento de resolver el cuestionario y cuyo resultado nos proporciona el plan de terapia del habla y lenguaje para intervenir al paciente. El sistema genera un nuevo perfil con retardo leve del lenguaje (diagnóstico de lenguaje), con síndrome alcohólico fetal (diagnóstico médico), edad cronológica de 60 meses, edad del lenguaje expresivo de 57.6 meses, edad del lenguaje comprensivo de 2.4 meses y la edad madurativa del lenguaje de 30 meses.



En el siguiente cuestionario usted tiene que seleccionar las habilidades para las diferentes áreas (habla, audición, lenguaje comprensivo y lenguaje expresivo). El objetivo es generar un plan de terapia del habla y lenguaje considerando los siguientes datos del paciente.

Datos de caso generado:

Diagnostico de lenguaje: Retardo leve del lenguaje

Diagnostico médico: SINDROME ALCOHOLICO FETAL

Edad cronológica (meses): 60.0 meses

Edad lenguaje expresivo (meses): 57.6 meses

Edad lenguaje comprensivo (meses): 2.4 meses

Edad madurativa del lenguaje (meses): 30.0 meses

Intentos permitidos: 1

Límite de tiempo: 20 minutos

Intente resolver el cuestionario ahora

Figura 33. Captura de pantalla del sistema en MOODLE del perfil del paciente

### 3.4.3.4.3 EVALUACIÓN AUTOMÁTICA DEL DISEÑO DE PLANES DE TERAPIA

Para evaluar el diseño de planes de terapia del habla y lenguaje presentados a través de un cuestionario de MOODLE, se almacenan las opciones de cada pregunta utilizando los métodos descritos en la sección 3.4.3.3.1 para las respuestas correctas e incorrectas. Dentro del sistema se generan dos niveles de cuestionarios para evaluar el diseño de planes los cuales se describen en las siguientes secciones.

#### 3.4.3.4.3.1 EVALUACIÓN DE HABILIDADES POR ÁREA

Este cuestionario consiste en seleccionar las habilidades que el niño debería realizar en las áreas de audición, habla, lenguaje expresivo y lenguaje comprensivo tomando en cuenta las variables presentadas en el perfil, para poblar las opciones correctas y las opciones no adecuadas dentro de la base de datos se utilizaron los registros devueltos por el diseñador de planes con los métodos `devolverHabilidadesCorrectas` y `devolverHabilidadesIncorrectas`. Este cuestionario se ha generado con preguntas de opción múltiple y se presenta en la plataforma





virtual tal como se observa en la Figura 34.

Figura 34. Cuestionario para evaluar las habilidades por área

El usuario del sistema tiene que seleccionar las habilidades que considere que son las correctas como parte del plan de intervención del niño en cada área, una vez seleccionadas todas las respuestas por el usuario, el sistema evalúa automáticamente el diseño del plan de terapia del habla y lenguaje como se observa en la Figura 35.

Figura 35. Calificación automática del cuestionario de habilidades por área



### 3.4.3.4.3.2 EVALUACIÓN DE ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR HABILIDADES POR ÁREA

Este cuestionario consiste en seleccionar las actividades que el niño debería realizar para las habilidades propuestas dentro de las áreas de audición, habla, lenguaje expresivo y lenguaje comprensivo tomando en cuenta las variables presentadas como parte del perfil.

Para poblar las opciones correctas e incorrectas dentro de la base de datos se utilizaron los registros devueltos por el diseñador de planes con los métodos `devolverActividadesCorrectas` y `devolverActividadesIncorrectas`. Este cuestionario se ha generado con preguntas de opción múltiple y se presenta en la plataforma virtual como se observa en la Figura 36.

The screenshot shows a web interface for 'Terapia del lenguaje'. At the top, there's a teal header with the title. Below it is a navigation bar with links: 'Página Principal', 'Área personal', 'Eventos', 'Mis Cursos', and 'Este curso'. A breadcrumb trail indicates the current location: 'Cursos > Logopedia > Terapia del habla y lenguaje > Planes de terapia del habla y lenguaje > Evaluación de actividades-15 > Vista previa'. The main content area is divided into three sections. On the left, a sidebar for 'Pregunta 1' shows it's unanswered, worth 2 points, and has options to 'Marcar pregunta' or 'Editar pregunta'. The central section, titled 'Lenguaje Comprensivo: ¿Cuáles son las actividades que debe desarrollar para: Sigue órdenes complejas?', asks the user to select one or more activities from a list of eight options (a-h). On the right, a 'Navegación por el cuestionario' section shows 'SECCION 1' with a grid of question numbers 1 through 12, where questions 1-10 are highlighted in green and 11-12 in blue. Below this is a 'Terminar intento...' link, a timer showing 'Tiempo restante 0:19:45', and a large green button labeled 'Comenzar una nueva previsualización'.

Figura 36. Cuestionario para evaluar actividades para desarrollar habilidades por área

De la misma forma el usuario resuelve el cuestionario y al finalizar el sistema realiza la evaluación en base al conocimiento almacenado y presenta los resultados como se puede ver en la Figura 37.



[Página Principal](#) [Área personal](#) [Eventos](#) [Mis Cursos](#) [Este curso](#)

[Cursos](#) > [Logopedia](#) > [Terapia del habla y lenguaje](#) > [Planes de terapia del habla y lenguaje](#) > [Evaluación de actividades-15](#) > Vista previa

Comenzado el

domingo, 15 de enero de 2017, 10:56

Estado

Finalizado

Finalizado en

domingo, 15 de enero de 2017, 10:57

Tiempo empleado

1 minutos 1 segundos

Calificación

5 de 20 (27%)

Pregunta 1

Parcialmente correcta

Puntúa 1 sobre 2

Marcar pregunta

Editar pregunta

Lenguaje Comprensivo: ¿Cuáles son las actividades que debe desarrollar para: Sigue órdenes complejas?

Seleccione una o más de una:

☐ a. Emitir dos órdenes simultáneas para que el niño las realice con objetos o personas conocidas

☐ b. Asociar la palabra al contexto del cuento o historia

☒ c. En su esquema corporal, hacer que identifique cuántos miembros tiene en su cuerpo ✗ actividad incorrecta

☒ d. Hacer que el niño realice dos actividades continuas ✓ retroalimentación actividad ->

☒ e. Agrupar objetos de dos en dos ✗ actividad incorrecta

☐ f. En un grupo de objetos o láminas identificar algunos, muchos, todos

☐ g. Asociar diferentes palabras a un acontecimiento

☐ h. Mediante instrucciones hacer que el niño salte y coloque la pelota en el sesto

Respuesta parcialmente correcta.

Ha seleccionado correctamente 1.

La respuesta correcta es: Emitir dos órdenes simultáneas para que el niño las realice con objetos o personas conocidas, Hacer que el niño realice dos actividades continuas, Mediante instrucciones hacer que el niño salte y coloque la pelota en el sesto

Navegación por el cuestionario

SECCION 1

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

Mostrar una página cada vez

Finalizar revisión

Comenzar una nueva previsualización

Navegación

Área personal

Inicio del sitio

Páginas del sitio

Curso actual

Terapia del habla y lenguaje

Participantes

Insignias

General

El lenguaje y la comunicación

Desarrollo evolutivo del lenguaje

Figura 37. Calificación automática del cuestionario para evaluar Las actividades para desarrollar habilidades por área

### 3.4.3.4.4 REPORTES

Para la generación de reportes del sistema se utiliza las herramientas propias del entorno virtual MOODLE, en la Figura 38 se observa el detalle de la calificación de un usuario que ha desarrollado un cuestionario.

Dirección de correo	Estado	Comenzado el	Finalizado	Tiempo requerido	Calificación/20	P. 1 /5	P. 2 /5	P. 3 /5	P. 4 /5
juanperez@gmail.com	Finalizado	15 de enero de 2017 11:09	15 de enero de 2017 11:09	12 segundos	7	✓ 3	✓ 3	✗ 0	✓ 2
					7 (1)	3 (1)	3 (1)	0 (1)	2 (1)

[Seleccionar todos / Omitir todos](#) [Volver a calificar los intentos seleccionados](#) [Eliminar los intentos seleccionados](#)

Figura 38. Reporte de calificación del cuestionario realizado por el usuario



Entre las utilidades de MOODLE también se puede generar gráficos con estadísticas sobre las evaluaciones del usuario, en la Figura 39 se observa el gráfico de barras del número de estudiantes que alcanzan los rangos de calificación.

Gráfico de barras del número de estudiantes que alcanzan los rangos de calificación

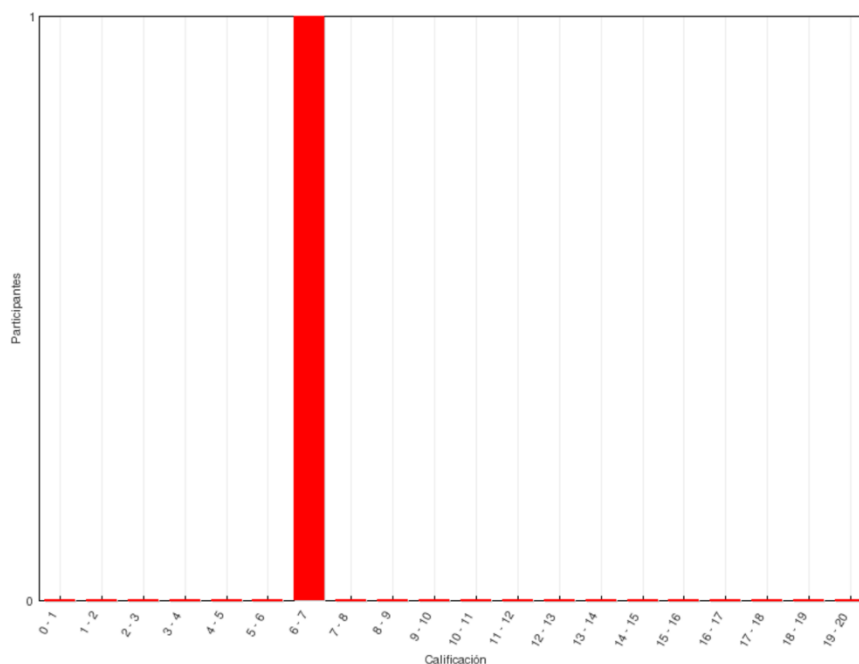


Figura 39. Estadísticas de calificaciones en MOODLE

### 3.5 ELABORACIÓN DEL PLAN PARA LA IMPLANTACIÓN FUTURA DE LA PROPUESTA EN CENTROS DE EDUCACIÓN ESPECIAL Y UNIVERSIDADES

#### 3.5.1 INTRODUCCIÓN

El presente documento permite conocer todos los procesos y recursos necesarios para llevar a cabo de manera exitosa la implantación del SISTEMA DE INFORMACIÓN CON SOPORTE INTELIGENTE PARA BRINDAR APOYO EN EL ESTUDIO DE CASOS CLÍNICOS PARA ESTUDIANTES DE FONOAUDIOLOGÍA, el mismo puede ser utilizado por el equipo de implantación designado dentro de una organización, instituto, universidad, etc. con el objetivo de llegar a implementar el sistema desarrollado en un ambiente de producción.



### **3.5.1.1 PROPÓSITO**

EL SISTEMA DE INFORMACIÓN CON SOPORTE INTELIGENTE PARA BRINDAR APOYO EN EL ESTUDIO DE CASOS CLÍNICOS PARA ESTUDIANTES DE FONOAUDIOLOGÍA, es una aplicación web para apoyar en el área logopédica de las universidades o institutos. Esta aplicación se enfocada a los alumnos y profesores que necesitan implicarse en procesos de mejora de la calidad a través de la innovación apoyada en las TICs.

Las TICs tienen impacto en el área de la educación y es por ello que este sistema con soporte inteligente brinda facilidades en el estudio de casos clínicos para estudiantes del área logopédica como un apoyo a los procesos de aprendizaje y entrenamiento en el diseño de planes de terapia del habla y lenguaje para el tratamiento de niños con discapacidad y desórdenes de la comunicación.

### **3.5.1.2 ALCANCE**

Dentro del plan de implantación se identifican los siguientes destinatarios:

- Supervisor o logopeda: es la persona que se encargará de manejar la información confidencial, en este caso perfiles de pacientes y sus respectivos diagnósticos.
- Usuarios que realizan altas y bajas de datos: son las personas encargadas de deshabilitar los datos que no son necesarios y definir cuales se quedan disponibles.
- Usuarios que realizan consultas: se refiere a los alumnos y profesores que van a realizar consultas dentro del sistema.
- Seguridad: persona encargada de modificar permisos, usuarios y claves dentro del sistema.

### **3.5.1.3 DEFINICIONES, SIGLAS Y ABREVIATURAS**

Ontología: definición formal de tipos, propiedades y relaciones entre entidades para el dominio de la anamnesis e hitos del desarrollo del lenguaje.



MOODLE<sup>26</sup>: es una plataforma de aprendizaje que proporciona a educadores, administradores y estudiantes las facilidades para crear ambientes de aprendizaje.

Java<sup>27</sup>: es un lenguaje de programación orientado a objetos que permite desarrollar, implementar y utilizar de forma eficaz aplicaciones y servicios.

Protegé<sup>28</sup>: es un editor de ontologías libre y de código abierto que permite construir sistemas inteligentes.

Logopeda: es el profesional cuyo propósito es buscar que las personas que sufren discapacidades y/o desórdenes de la comunicación se puedan rehabilitar y desarrollar habilidades que les permitan expresar sus ideas, compartir pensamientos, expresar necesidades y sentimientos.

PostgreSQL<sup>29</sup>: es un sistema de gestión de base de datos de código abierto muy potente en el mercado, utiliza un modelo cliente/servidor y usa multiprocesos para garantizar la estabilidad del sistema.

#### **3.5.1.4 VISIÓN GENERAL**

El Plan de implantación contiene brevemente las responsabilidades tanto del logopeda como del equipo de desarrollo para llegar a implementar el sistema. Se especifica un cronograma con las actividades básicas, además se detallan los recursos de hardware, software y recursos humanos, las herramientas, instalación y por último información relacionada a la capacitación.

### **3.5.2 PLANIFICACIÓN DE LA IMPLANTACIÓN**

#### **3.5.2.1 RESPONSABILIDADES**

Logopeda:

---

<sup>26</sup> <https://moodle.org/>

<sup>27</sup> <https://www.java.com/es/>

<sup>28</sup> <http://protege.stanford.edu/>

<sup>29</sup> <http://www.postgresql.org.es/>



- Será el encargado de aprobar el sistema mediante las pruebas respectivas, para ello debe realizar un ciclo completo desde el ingreso del alumno hasta la generación de reportes de calificaciones.
- Será el encargado de reportar cualquier error con el sistema para su respectiva corrección.
- Reunirse con el equipo encargado de la implantación periódicamente para verificar el estado del sistema.

Equipo de desarrollo:

- Corregir errores en el sistema detectados por los usuarios.
- Dar a conocer el estado de la implantación del sistema periódicamente.
- Generar un ambiente de pruebas antes del paso a producción.

### 3.5.2.2 CRONOGRAMA

De manera breve se detalla las actividades principales que deberían tomarse en cuenta para la implantación del sistema. En la ejecución de la implantación del sistema es necesario que en cada una de las actividades se fijen las fechas de inicio y fin, además es importante programar reuniones para verificar el estado en el que se encuentra el sistema. En la Tabla 18 se observa un listado básico de actividades que se recomiendan.

Tabla 18. Actividades básicas del cronograma de implantación

Actividades	Responsables	Tiempo
Planificar la implantación	Logopeda, equipo de desarrollo	5 días
Desarrollar el material para la capacitación	Equipo de desarrollo	5 días
Preparar la documentación para soporte al usuario	Equipo de desarrollo	5 días



---

Presentar el sistema al logopeda y realizar la capacitación a los usuarios del sistema	Equipo de desarrollo	3 días
Instalación del sistema en ambiente de pruebas	Equipo de desarrollo, logopeda	1 mes
Correcciones del sistema	Equipo de desarrollo, logopeda	1 mes
Instalación del sistema en ambiente de producción	Equipo de desarrollo, logopeda	1 mes

---

### 3.5.3 RECURSOS

#### 3.5.3.1 FACILIDADES

Para la implantación se requieren ciertas facilidades que son importantes para asegurar el correcto funcionamiento del sistema, las cuáles se detallan a continuación:

- Disponer de un servidor de respaldos en una ubicación diferente al servidor de producción.
- Restricción de acceso al servidor de aplicaciones.
- Se debe fijar personas encargadas para el mantenimiento, actualizaciones o instalaciones nuevas.
- Disponibilidad de energía eléctrica 24/7.
- Generar registros de visitas o accesos al centro de datos o servidores.

#### 3.5.3.2 HARDWARE

- 1 Servidor de base de datos





- 1 Servidor de internet
- 1 Servidor de aplicaciones
- 1 Unidad de respaldos
- 1 UPS

### **3.5.3.3 LA UNIDAD A LIBERAR**

El sistema que será entregado en producción es el SISTEMA DE INFORMACIÓN CON SOPORTE INTELIGENTE PARA BRINDAR APOYO EN EL ESTUDIO DE CASOS CLÍNICOS PARA ESTUDIANTES DE FONOAUDIOLOGÍA, conjuntamente con el manual de usuario.

#### **3.5.3.3.1 SOFTWARE DE APOYO**

- Máquina virtual Java
- Base de datos PostgreSQL
- Plataforma MOODLE
- PHP
- Protege
- Navegador de internet (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Chrome, etc.)
- Servidor web Apache
- Archivos OWL/RDF

#### **3.5.3.3.2 DOCUMENTACIÓN DE APOYO**

- Manual de usuario
- Diseño de la base de datos



- Diagrama de clases
- Lista de diagnósticos médicos
- Lista de diagnósticos de lenguaje
- Archivos OWL/RDF

#### **3.5.3.3.3 PERSONAL DE APOYO**

Se requiere el apoyo del logopeda con las siguientes habilidades:

- Trabajar con diagnósticos de lenguaje.
- Trabajar con diagnósticos médicos.
- Diagnóstico de niños con capacidades especiales enfocadas al área de terapia del habla y lenguaje.
- Conocimiento sobre el desarrollo evolutivo del lenguaje.

#### **3.5.4 CAPACITACIÓN**

Para las capacitaciones es necesario que se definan los siguientes puntos:

- Lugar: se debe fijar el lugar en donde se realizará la capacitación.
- Logística: en caso de ser necesario se debe definir el medio de transporte, fecha, hora y días en que se realizará la capacitación.
- Personas: definir si es necesario capacitar a todo el personal (logopedas, estudiantes, etc.) o se capacitará a ciertas personas que se encargará de dar las instrucciones a los demás usuarios.
- Queda a criterio de la persona encargada de la capacitación si se requiere el manual de usuario.



- Definir las fechas de capacitaciones, detallando el nombre de los asistentes, el cargo y la firma respectiva.



## CAPITULO 4

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

#### 4.1 RESULTADOS DE VALIDACIÓN DEL MÓDULO DE SOPORTE EDUCATIVO

Para validar los resultados del módulo de soporte educativo que hace referencia a los recursos teóricos incluidos en el entorno virtual cuyo objetivo es ser una guía de apoyo a las materias teóricas del área de logopedia, se aplicó una encuesta (ver Anexo E) con preguntas que nos permitan medir si el objetivo cumple con parámetros tanto educativos como de usabilidad. En la Tabla 19 se observan los resultados obtenidos de las preguntas aplicadas, que se basan en la propuesta de un cuestionario para evaluar la calidad de cursos virtuales (Casal, 2010), que permiten medir la calidad general del entorno y la metodología didáctica, la navegación y diseño y los recursos multimedia.

Tabla 19. Resultados del cuestionario de la validación del módulo de soporte educativo basado en la propuesta de Casal, 2010.

Pregunta	Nada satisfactorio	Satisfactorio	Muy satisfactorio
¿El sistema ofrece un conocimiento teórico y práctico con posibilidades de aplicación a la realidad?			X
¿El sistema estimula al usuario a hacer preguntas, reflexionar y a buscar respuestas?			X
¿El sistema tiene una combinación agradable de textos, imágenes y videos?			X
¿Los contenidos se presentan de forma comprensible?			X
¿La retroalimentación es precisa y clara, existen preguntas de autoevaluación y existen exámenes interactivos de prueba?			X
¿El contenido del curso mantiene el interés y el seguimiento, potenciando aptitudes positivas?			X
¿El sistema le permite integrar nuevos conocimientos con los que ya posee?			X
¿La navegación del sistema es sencilla?			X
¿El tamaño de los iconos y botones del sistema es adecuado?			X
¿El sistema presenta una apariencia visual agradable y facilita el estudio?			X
¿El sistema presenta herramientas con calidad técnica en su funcionamiento?			X




---

¿El sistema presenta distintos recursos multimedia tales como animaciones, actividades y videos?		X
¿Los simuladores del sistema ofrecen ayudan al usuario en la tarea a realizar, aportan ilusión de realidad y credibilidad del mundo real?	X	
¿Los recursos multimedia (animaciones, actividades, videos) están contextualizados en el tema, adaptados a los objetivos, contenidos de aprendizaje y la población destino?		X
¿Los recursos multimedia (animaciones, actividades, videos) se consideran recursos de interés y de actualidad?		X

---

## 4.2 RESULTADOS DE VALIDACIÓN DEL MÓDULO INTELIGENTE DE SOPORTE AL DISEÑO DE PLANES

### 4.2.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA GENERACIÓN DE CASOS EN TÉRMINOS DE CONVERGENCIA

En esta sección se describen los resultados obtenidos en la generación de casos por parte del algoritmo genético, para lo cual se han realizado 10 simulaciones, cada simulación genera 20 casos aleatorios, sumando un total de 200 casos.

Con los valores iniciales de  $\lambda=0,01$  (error mínimo), número de genotipos=20 y el número máximo de iteraciones = 2500, se obtuvieron los resultados de la Tabla 20.

Tabla 20. Resultados de la simulación de casos

	Número de casos	Tiempo de convergencia (segundos)	Error promedio	Número de casos que no convergen	Número de casos que convergen
Simulación 1	20	46	0,83	8	12
Simulación 2	20	36	0,73	7	13
Simulación 3	20	20	1	5	15
Simulación 4	20	20	0,91	7	13
Simulación 5	20	46	1,25	8	12
Simulación 6	20	25	0,48	4	16
Simulación 7	20	47	0,59	6	14
Simulación 8	20	42	1,02	9	11
Simulación 9	20	28	0,85	10	10
Simulación 10	20	19	0,79	5	15



En cuanto al tiempo de convergencia, en la Figura 40 se observa que en promedio el algoritmo encontró la solución óptima en aproximadamente 33 segundos, sin embargo hay simulaciones que llegan a un tiempo mínimo de 19 segundos y un tiempo máximo de 47 segundos.



Figura 40. Tiempo de convergencia del algoritmo genético

Al ejecutar el algoritmo genético en las simulaciones de generación de 20 casos cada una, como resultados se obtuvo un error promedio de 0.81 al aplicar la función de adaptación que se considera un valor relativamente bajo, sin embargo la simulación 6 que llega a un error mínimo de 0,48 y la simulación 5 a un error máximo de 1,25 (ver Figura 41).

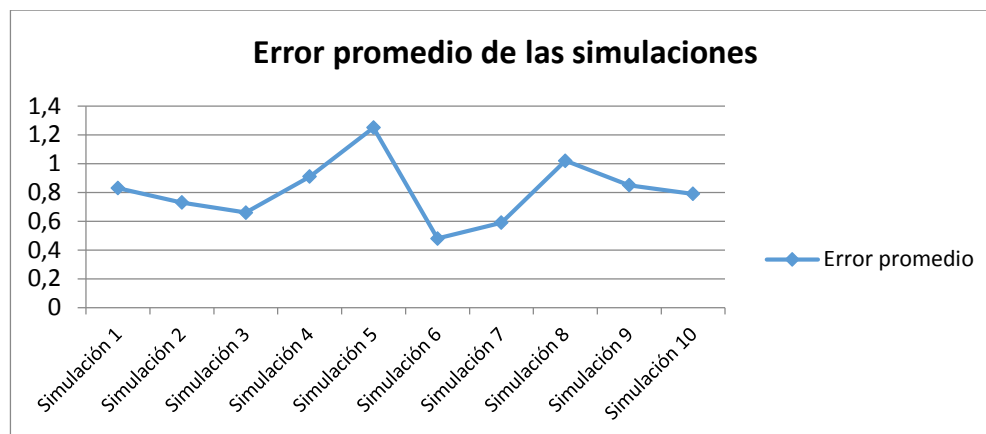


Figura 41. Error promedio de las simulaciones

En 200 casos la cantidad promedio de aquellos que convergen son 13, la cantidad mínima es de 10 y la cantidad máxima es de 16 como se puede observar en la Figura 42.

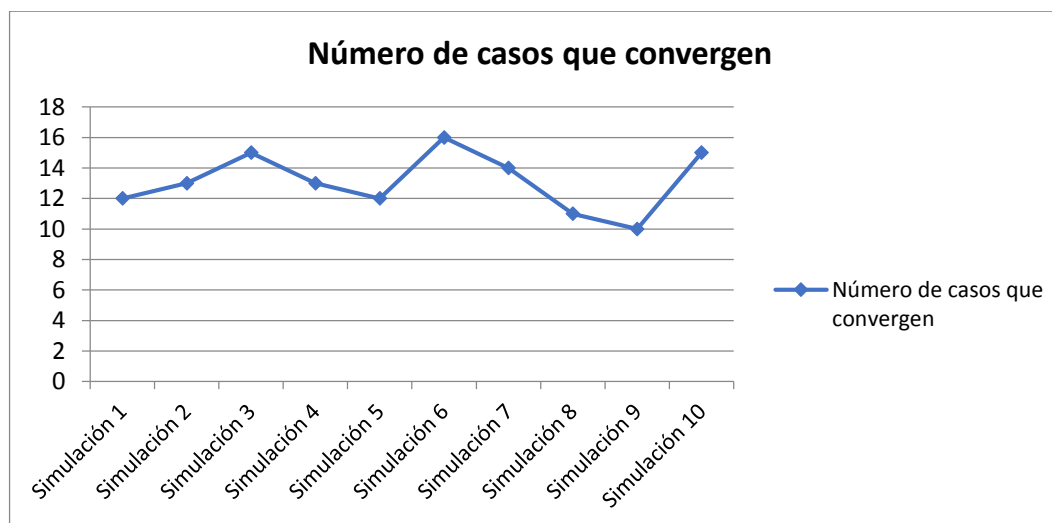


Figura 42. Número de casos que convergen

La cantidad media del número de casos que no convergen en las 10 simulaciones es de aproximadamente 7 casos por cada simulación, con un valor mínimo de 4 en la simulación 6 y un valor máximo de 10 en la simulación 9, este resultado se observa en la Figura 43. Los casos

que no han llegado a converger son aquellos que tienen un desfase mínimo entre la edad cronológica referencial y la edad madurativa del lenguaje referencial, se considera un valor extremadamente pequeño.

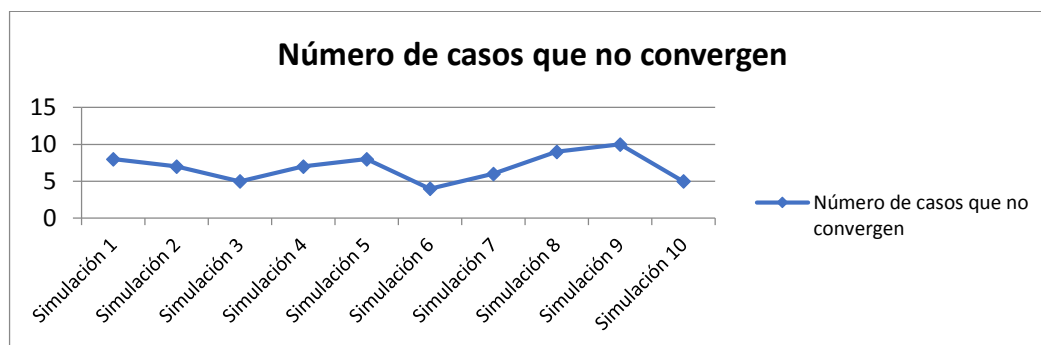


Figura 43. Número de casos que no convergen

La simulación con el menor error promedio llega a converger en más casos, en la Figura 44 se observa que la simulación 6 con un error promedio de 0.48 llega a converger en 16 casos.

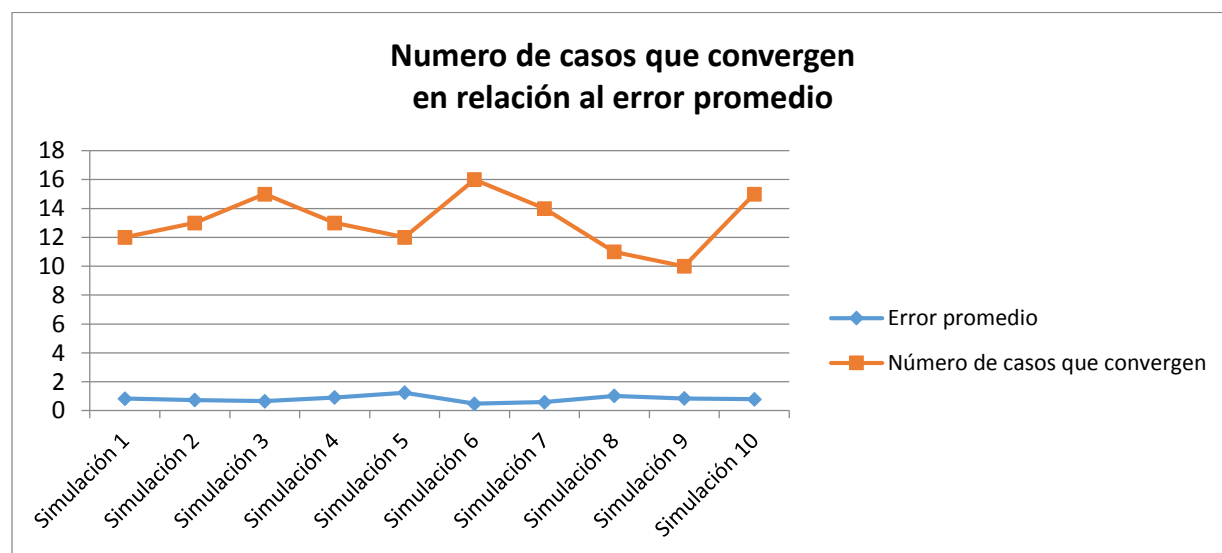


Figura 44. Número de casos que convergen en relación al error promedio

En base a los resultados obtenidos se puede decir que el algoritmo genético en menos



tiempo ha logrado converger en más casos (ver Figura 45). En la simulación 10 se observa que en 19 segundos obtiene 15 casos convergentes y 5 casos que no llegaron a converger.

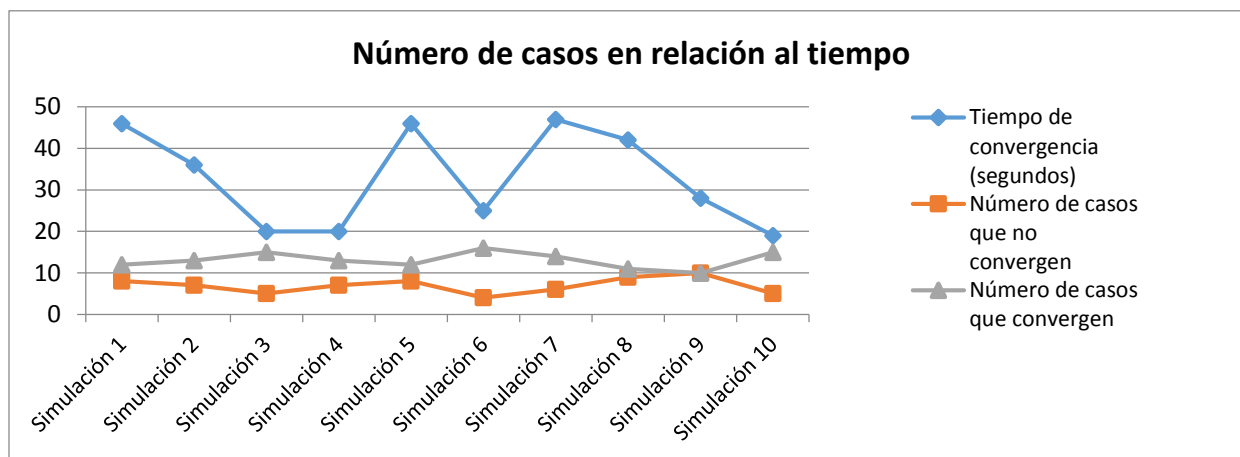


Figura 45. Número de casos en relación al tiempo

En el análisis de las curvas de convergencia basándose en la simulación 10 que se ejecuta en el menor tiempo, se puede observar en la Figura 46 que el error inicial al aplicar la función de adaptación es de 2.5 y en 6 iteraciones llega a converger en un valor de 0, esto hace que el tiempo sea mínimo.

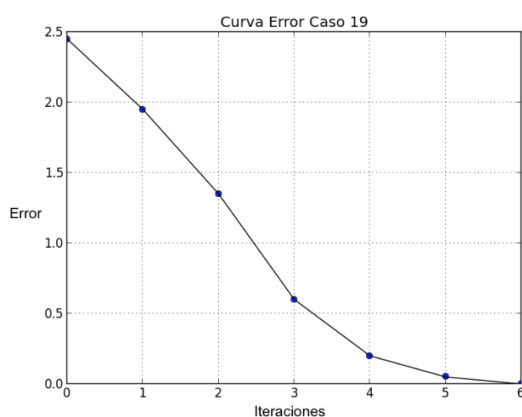


Figura 46. Curva de un caso que ha convergido



Los datos que se obtuvieron del caso se pueden observar en la Figura 47.

Caso: 19  
Diagnostico Lenguaje: RETARDO LEVE DEL LENGUAJE  
Diagnostico Medico: SINDROME EPILEPTICO  
Desfase Minimo LC: 4.0 Desfase Maximo LC: 6.0  
Desfase Minimo LE: 4.0 Desfase Maximo LE: 4.0  
Edad Cronológica Referencial: 6.0  
Edad Madurativa Referencial: 4.5  
Area mas afectada: CA  
  
Edad Madurativa Asignada: 4.5  
Edad Lenguaje Comprensivo Asignada=3.2  
Edad Lenguaje Expresivo Asignada=5.8

Figura 47. Datos resultantes de un caso que ha convergido

En la simulación 10 existen 5 casos que no llegaron a converger, de los cuales se ha seleccionado el caso 0 y con la Figura 48 se puede observar el comportamiento de la curva, en donde llega a 2500 iteraciones sin embargo no encuentra la solución óptima y el valor del error se mantiene en 1.3.

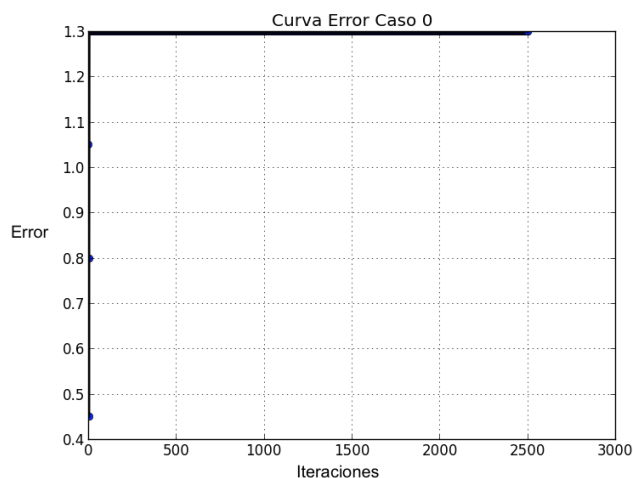


Figura 48. Curva de un caso que no ha convergido

Entre los datos relacionados a este caso (visualizados en la Figura 49) se tiene un diagnóstico de lenguaje de dislalia, el desfase entre la edad cronológica referencial y la edad madurativa del lenguaje referencial es de 0.25, por lo que este es un factor causante para que



el algoritmo no llegue a converger ya que es un valor demasiado pequeño.

```
Caso: 0
Diagnostico Lenguaje: DISLALIA
Diagnostico Medico: DESNUTRICIÓN
Desfase Minimo LC: 2.0 Desfase Maximo LC: 4.0
Desfase Minimo LE: 2.0 Desfase Maximo LE: 3.0
Edad Cronológica Referencial: 3.0
Edad Madurativa Referencial: 2.75
Area mas afectada: HV

Edad Madurativa Asignada: 5.6
Edad Lenguaje Comprensivo Asignada=5.3 Edad
Lenguaje Expresivo Asignada=5.9
```

Figura 49. Datos resultantes de un caso que no ha convergido

En virtud de lo expuesto, podemos observar que existen condiciones numéricas que impiden que exista una convergencia adecuada, dado que la diferencia entre la edad cronológica y la edad madurativa del lenguaje referencial representa un rango muy pequeño de posibles valores que permitirían satisfacer la ecuación planteada y las condiciones requeridas por los terapeutas de lenguaje. Por ejemplo, para que la ecuación (FA) de la sección 3.4.3.2.1.2 cumpla en el caso anterior, deberíamos buscar 2 valores decimales (para la Habilidad Verbal y la Comprensión Auditiva) tal que garanticen que la ecuación se cumpla, y además de esto, se deben considerar las siguientes premisas:

- El área más afectada debe ser la habilidad verbal o lenguaje expresivo.
- La cantidad de bits con los que se cuenta para representar la parte decimal es de 5, lo que se puede contar con un rango de 0.0 a 0.15 (considerando también 0.1, 0.2, ..., 0.9).
- La edad madurativa de lenguaje calculada no puede ser mayor a la edad cronológica referencial.
- Como se puede apreciar, cumplir con todas estas condiciones no es factible cuando la diferencia entre las edades antes mencionadas es muy pequeña.



#### 4.2.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA GENERACIÓN DE CASOS DESDE EL ÁMBITO DE LA LOGOPEDIA

Los resultados de la generación de casos se registraron en una encuesta que fue llenada para cada perfil por el profesional (ver Anexo B). El logopeda realizó la evaluación, tomando en cuenta las principales variables tales como el diagnóstico de lenguaje, el diagnóstico médico, la edad cronológica, la edad del lenguaje expresivo, la edad del lenguaje comprensivo, la edad madurativa del lenguaje y el área más afectada. Contando con el amplio conocimiento que tiene el logopeda se validaron los parámetros que se consideran como base para un caso válido, los cuáles se detallan a continuación:

- El logopeda toma en cuenta el desarrollo evolutivo del lenguaje.
- La edad madurativa del lenguaje se genera en base a las edades contempladas en el test de PLS-3<sup>30</sup> (*Preschool Language Scale-3*).
- La edad madurativa del lenguaje no puede ser mayor a la edad cronológica.
- Los desfases deben estar acorde a los rangos referenciales para que un diagnóstico se correcto.
- En un trastorno existe un área o áreas que pueden estar más afectadas (ver Tabla 21).

Tabla 21. Áreas más afectadas para cada trastorno del lenguaje

Trastorno	Área más afectada
Disartria	Habilidad verbal (HV)
Retardo leve del lenguaje	Comprensión auditiva (CA)
Retardo moderado del lenguaje	Comprensión auditiva y habilidad verbal

<sup>30</sup>PLS-3: test que se administra individualmente a los niños de una edad comprendida entre 1 año y 1 año 6 meses a 7 años, tiene como objetivo evaluar las habilidades de comprensión y expresión.



Dislalia	Habilidad verbal
Trastorno específico del lenguaje	Comprensión auditiva y habilidad verbal

Tomando en consideración las características antes mencionadas, la validación de los perfiles generados tuvo dos fases, las cuáles se detallan a continuación:

- **Primera fase de validación:** en esta fase se generaron 7 casos obteniendo como resultado los datos de la Tabla 22.

Tabla 22. Resultados de casos generados en la primera fase

Caso	Diagnóstico de lenguaje	Diagnóstico médico	Edad cronológica	Edad del lenguaje expresivo	Edad del lenguaje comprensivo	Edad madurativa del lenguaje	Área más afectada
1	Retardo moderado del lenguaje	Hipoacusia bilateral profunda	6	2,97	5,2	4	HV
2	Dislalia	Hiperactividad déficit de atención	7	0,1	6,9	3,5	HV
3	Retardo leve del lenguaje	Hemiparesia espástica del lado izquierdo	5	4,6	1,89	3,25	CA
4	Retardo leve del lenguaje	Síndrome alcohólico fetal	5	3	2	2,5	CA
5	Retardo leve del lenguaje	Desnutrición	5	4,7	0,3	2,5	CA
6	Dislalia	Autismo	5	1,89	4,6	3,25	HV
7	Retardo moderado del lenguaje	Síndrome de Appert	6	4,4	3,6	4	CA

En los resultados de la Tabla 22 podemos observar que el área más afectada concuerda con los parámetros de validación de acuerdo a cada trastorno (ver Tabla 21), sin embargo, existen algunas observaciones proporcionadas por el logopeda que se detallan en la Tabla 23.



Tabla 23. Resultados de la primera fase de validación

Caso	Observaciones
1	Se considera un caso coherente.
2	<p>El diagnóstico médico presentado puede ser un factor causante del trastorno de lenguaje.</p> <p>El desfase entre la edad cronológica y la edad del lenguaje expresivo no puede ser mayor a 1 año para el trastorno de la Dislalia.</p> <p>El desfase entre la edad cronológica y la edad madurativa del lenguaje no se encuentra dentro del rango referencial.</p>
3	<p>El diagnóstico médico presentado si puede ser un factor causante del trastorno del lenguaje.</p> <p>El desfase entre la edad cronológica y la edad del lenguaje comprensivo no puede ser mayor a 2 años para el trastorno Retardo Leve del Lenguaje.</p> <p>El desfase entre la edad cronológica y la edad madurativa del lenguaje no se encuentra dentro del rango referencial.</p>
4	El caso se considera coherente.
5	<p>El diagnóstico médico presentado si puede ser un factor causante del trastorno del lenguaje.</p> <p>El desfase entre la edad cronológica y la edad del lenguaje comprensivo no puede ser mayor a 2 años para un Retardo Leve del Lenguaje y el diagnóstico médico presentado.</p> <p>El desfase entre la edad cronológica y la edad madurativa del lenguaje no se encuentra dentro del rango referencial.</p>
6	<p>El diagnóstico médico presentado si puede ser un factor causante del trastorno del lenguaje.</p> <p>El desfase entre la edad cronológica y la edad del lenguaje expresivo no puede ser mayor a 1 año para la Dislalia y el diagnóstico médico presentado.</p>
7	Se considera un caso coherente.

- **Segunda fase de validación:** en esta fase se aplicaron las correcciones en función de



la observación de los casos que se consideraron erróneos en la fase anterior y se generaron nuevamente 7 casos aleatorios obteniendo los resultados de la Tabla 24.

Tabla 24. Resultados de la validación de la segunda fase

C a s o	Diagnóstico de lenguaje	Diagnóstico médico	Edad cronológica	Edad del lenguaje expresivo	Edad del lenguaje comprensivo	Edad madurativa del lenguaje	Área más afectada
1	Disartria	Parálisis cerebral infantil	8	2,79	6,7	4,75	HV
2	Disartria	Parálisis cerebral infantil	8	2,6	6,9	4,75	HV
3	Retardo leve del lenguaje	Autismo de buen funcionamiento	5	4,9	2,6	3,75	CA
4	Trastorno específico del lenguaje	Epilepsia	7	5,2	5,3	5,25	HV
5	Retardo moderado del lenguaje	Espectro autismo	6	5,59	4,4	5	CA
6	Trastorno específico del lenguaje	Epilepsia	7	6	4,5	5,25	CA
7	Dislalia	Síndrome alcohólico fetal	6	2,3	4,7	3,5	HV

En la Tabla 24 se puede observar que el diagnóstico médico es coherente con el diagnóstico de lenguaje, el área más afectada es correcta en relación al diagnóstico de lenguaje, el desfase entre la edad cronológica y la edad madurativa del lenguaje concuerda con los rangos referenciales dados a conocer por el logopeda para el trastorno de la disartria, el trastorno específico de lenguaje, el retardo moderado del lenguaje y el retardo leve del lenguaje. Sin embargo en la dislalia se tiene un caso parcialmente correcto que se debe al rango muy pequeño de posibles valores entre la edad cronológica referencial y la edad madurativa referencial.



Luego de aplicar la encuesta de validación para los 7 casos se obtuvieron los resultados que se describen en la Tabla 25.

Tabla 25. Resultados de la aplicación del formulario de validación

Caso	El diagnóstico médico presentado puede ser un factor causante del trastorno de lenguaje especificado.	La edad del lenguaje comprensivo y la edad del lenguaje expresivo es coherente de acuerdo al área o áreas más afectadas.	El desfase entre la edad cronológica y la edad madurativa del lenguaje está considerada dentro de un rango referencial.	De manera general, el caso se considera correcto.
1	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo
2	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo
3	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo
4	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo
5	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo
6	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo
7	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	De acuerdo	De acuerdo

En la Tabla 25 se puede observar los resultados obtenidos de la evaluación del logopeda para los 7 casos, en una escala de “Muy en desacuerdo” a “Muy de acuerdo”, se presentan las validaciones principales tales como: si el diagnóstico médico presentado por el sistema puede ser un factor causante del trastorno del lenguaje, la edad del lenguaje comprensivo y la edad del lenguaje expresivo es coherente de acuerdo a las áreas más afectadas, el desfase es considerado dentro del rango referencial y la validación del caso en general.

#### 4.2.3 CREACIÓN DE CUESTIONARIOS EN LA PLATAFORMA DE APRENDIZAJE VIRTUAL MOODLE EN BASE A LOS CASOS GENERADOS





Se generaron dos tipos de cuestionarios para crear planes de terapia del lenguaje a los 7 casos válidos descritos en la sección anterior. En el cuestionario para evaluar “Habilidades por área” se obtuvieron los resultados descritos en la Tabla 26.

Tabla 26. Resultados de la generación del cuestionario "Habilidades por área"

Caso	Tipo de Cuestionario	¿Las habilidades generadas son las adecuadas para el área del habla?	¿Las habilidades generadas son las adecuadas para el área de audición?	¿Las habilidades generadas son las adecuadas para el área de lenguaje comprensivo?	¿Las habilidades generadas son las adecuadas para el área de lenguaje expresivo?	¿El sistema presenta las opciones correctas e incorrectas en la retroalimentación?	¿El sistema genera un reporte de los resultados de la evaluación?
2	Habilidades	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Si	Si
3	Habilidades	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Si	Si
4	Habilidades	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Si	Si
5	Habilidades	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Si	Si
6	Habilidades	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Si	Si

En la Tabla 26 se puede observar que el cuestionario de habilidades en una escala de “Muy en desacuerdo” hasta “Muy de acuerdo”, que fue generado para 5 casos (2, 3, 4, 5 y 6), en todas las preguntas el logopeda califica como “Muy de acuerdo”, además en el uso del cuestionario el sistema presenta las opciones correctas e incorrectas en la retroalimentación y genera un reporte de los resultados de la evaluación.

En el cuestionario para evaluar “Actividades para desarrollar habilidades por área” se obtuvieron los resultados descritos en la Tabla 27.

Tabla 27. Resultados de la generación del cuestionario “Actividades para desarrollar habilidades por área ”



Caso	Tipo de Cuestionario	¿Las actividades presentadas son las adecuadas para las habilidades propuestas en el área del habla?	¿Las actividades presentadas son las adecuadas para las habilidades propuestas en el área de la audición?	¿Las actividades presentadas son las adecuadas para las habilidades propuestas en el área del lenguaje comprensivo?	¿Las actividades presentadas son las adecuadas para las habilidades propuestas en el área del lenguaje expresivo?	¿El sistema presenta las opciones correctas e incorrectas en la retroalimentación?	¿El sistema genera un reporte de los resultados de la evaluación?
1	Actividades	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Si	Si
7	Actividades	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo	Si	Si

En la Tabla 27 se puede observar que en el cuestionario de actividades para desarrollar habilidades por área, para los casos 1 y 7, obtienen una puntuación de “Muy de acuerdo” en el área de habla, audición, lenguaje comprensivo y lenguaje expresivo, además el sistema presenta las actividades correctas e incorrectas en la retroalimentación y por último genera un reporte de los resultados de la evaluación.

### 4.3 VALORACIÓN GENERAL DE LA PROPUESTA

Para la validación general del sistema se aplicó un cuestionario al profesional logopeda con las preguntas que se detallan en el Anexo F y del cual se van a analizar las principales preguntas que se describen en la Tabla 28.

Tabla 28. Resultados de la valoración general del sistema  
(preguntas 4, 7,8)

Escala	¿El sistema fomenta el autoaprendizaje?	¿El sistema se considera un apoyo para el área de logopedia?	¿El sistema cubre todas las áreas de terapia del habla y lenguaje?
--------	---	--	--



---

Muy en desacuerdo			
En desacuerdo			
Indeciso			
De acuerdo			
Muy de acuerdo	X	X	X

---

En la pregunta “¿El sistema presenta una interfaz sencilla y amigable?” se obtuvo el resultado de la Tabla 29.

Tabla 29. Resultados de la valoración general del sistema  
(pregunta 6)

Escala	¿El sistema presenta una interfaz sencilla y amigable?
Muy mala	
Mala	
Regular	
Buena	
Muy Buena	X

En la pregunta “¿Qué tipo de conocimiento aporta el sistema a los estudiantes?” se obtuvo el resultado de la Tabla 30.

Tabla 30. Resultados de la validación del sistema  
(pregunta 4)

Escala	¿Qué tipo de conocimiento aporta el sistema a los estudiantes?
Muy Malo	
Malo	
Regular	
Bueno	
Muy Bueno	X

#### 4.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos de las preguntas para evaluar la calidad general del entorno y la metodología didáctica se ilustra en la Figura 50. La calificación es muy satisfactoria en todas

las preguntas, por lo que el sistema ofrece conocimiento teórico y práctico con posibilidades para su aplicación real, además estimula al usuario a realizar preguntas, reflexionar y a buscar respuestas. Con la combinación de textos, imágenes y videos los contenidos se presentan de forma comprensible, además la retroalimentación es clara en los cuestionarios de generación de planes de terapia. El sistema permite que se mantenga el interés y permite integrar nuevos conocimientos que el usuario ya posee, logrando de esta manera potenciar las aptitudes positivas en el área de logopedia.

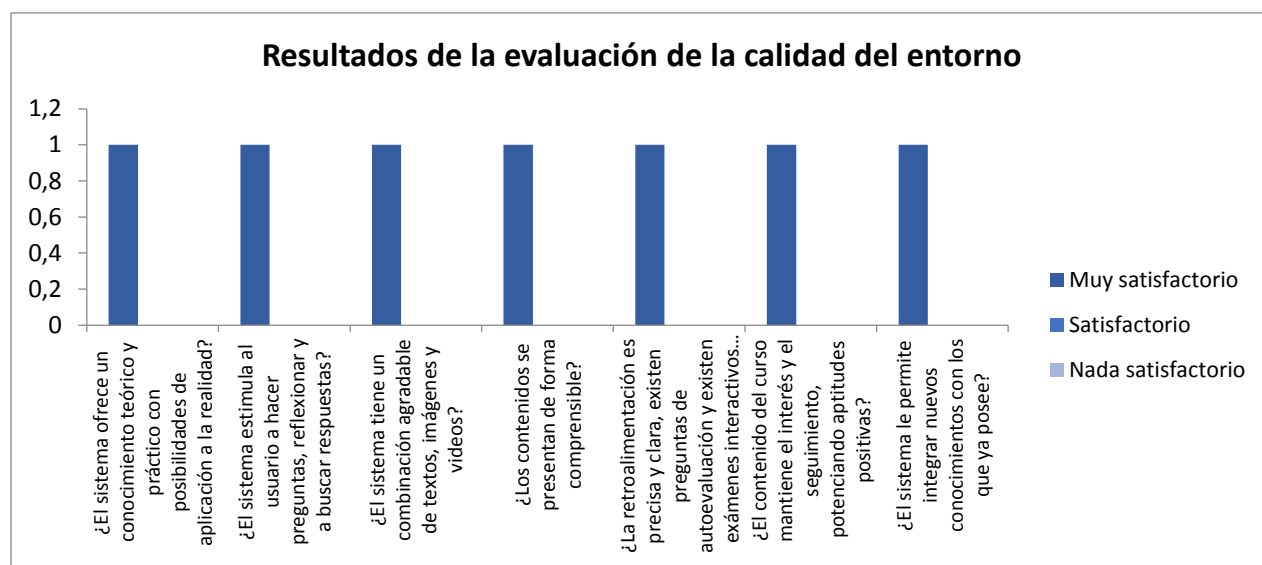


Figura 50. Gráfico de barras de los resultados de la evaluación de la calidad general del entorno

Para analizar la navegación y el diseño del sistema nos enfocaremos en los resultados de las preguntas que se ilustran en la Figura 51, en donde se obtiene una calificación muy satisfactoria. Por lo tanto, se puede decir que la navegación es sencilla, el tamaño de los íconos y botones son adecuados, además presenta una interfaz amigable para facilitar el estudio.

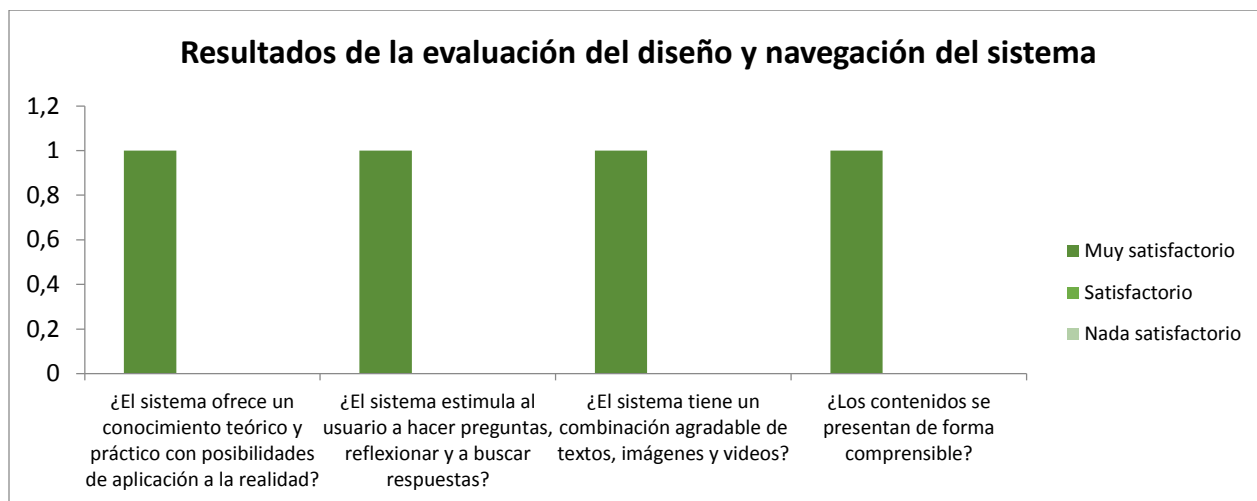


Figura 51. Gráfico de barras de los resultados de la evaluación del diseño y navegación del sistema

En el análisis de los recursos multimedia presentados dentro del sistema se tienen los resultados de las preguntas que se ilustran en la Figura 52. El sistema tiene una calificación muy satisfactoria en la presentación de recursos multimedia (animaciones, videos, actividades) que se encuentran contextualizados en el tema y están adaptados a los objetivos, contenidos de aprendizaje y destinado a estudiantes o profesionales del área de logopedia. En relación a los cuestionarios generados por el sistema, los mismos aportan ilusión a la realidad presentando perfiles de casos reales y cuestionarios con habilidades y actividades que se emplean en la terapia de un paciente.

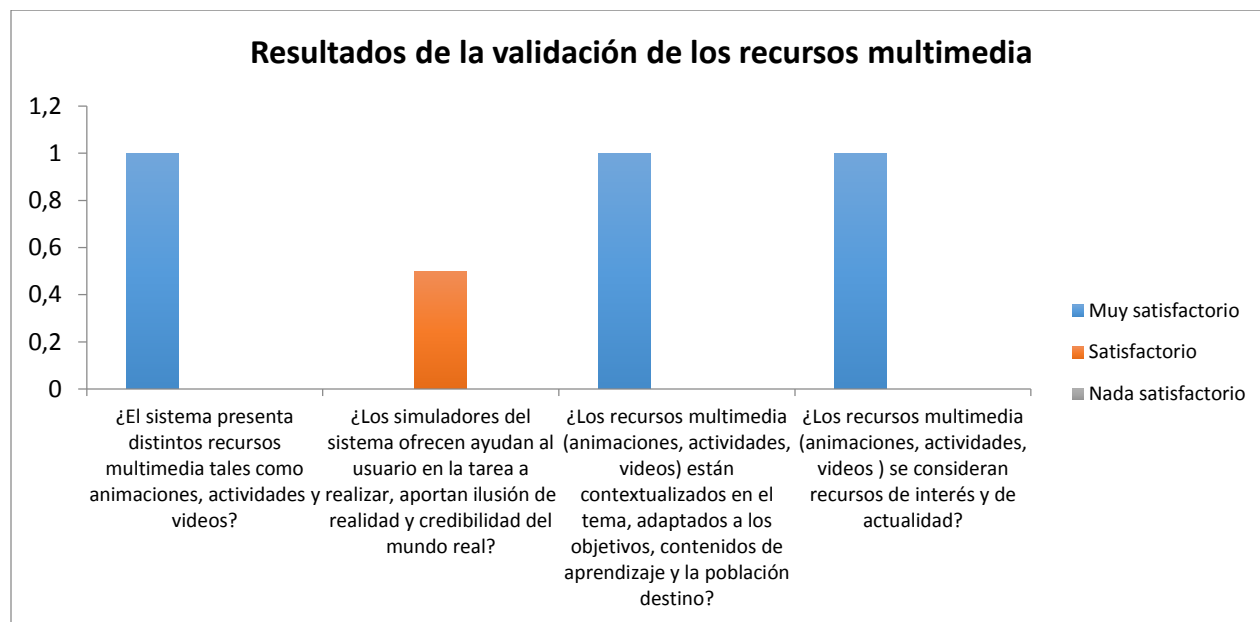


Figura 52. Gráfico de barras de los resultados de la evaluación de los recursos multimedia

En la valoración de casos nuevos que se observa en la Figura 53, el diagnóstico médico está correctamente generado para que pueda ser considerado como un factor causante del trastorno de la comunicación presentado por el sistema. Las edades del lenguaje comprensivo y lenguaje expresivo se asignan adecuadamente y son coherentes a las áreas más afectadas, sin embargo, existe 1 caso de dislalia (caso 7) que aunque no se encuentre dentro del desfase referencial para el trastorno dado, el logopeda lo valida como apropiado ya que el desfase depende también del diagnóstico médico.

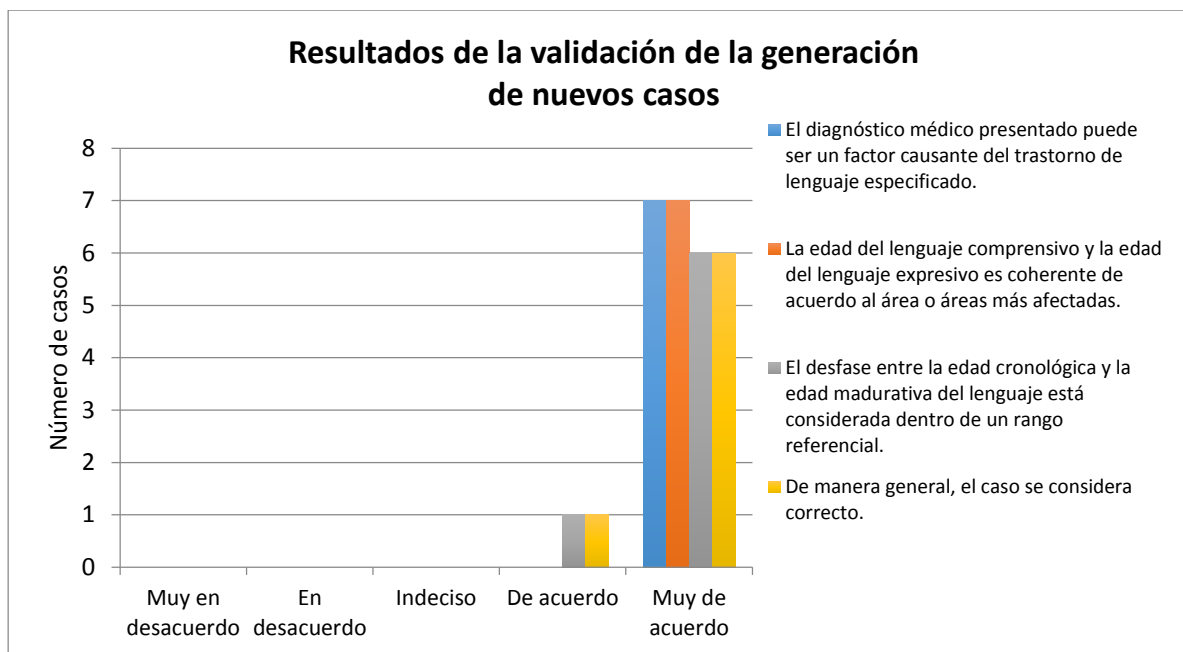


Figura 53. Gráfico de barras de los resultados de la validación de nuevos casos

En la valoración del cuestionario para seleccionar habilidades por áreas se obtuvo el 100% de generación correcta, es decir, el sistema toma en cuenta el perfil del paciente para poder crear las habilidades respectivas, presenta la calificación y retroalimentación con las opciones correctas e incorrectas. Al crear 5 cuestionarios para 5 casos se obtuvieron los resultados que se observan en la Figura 54.

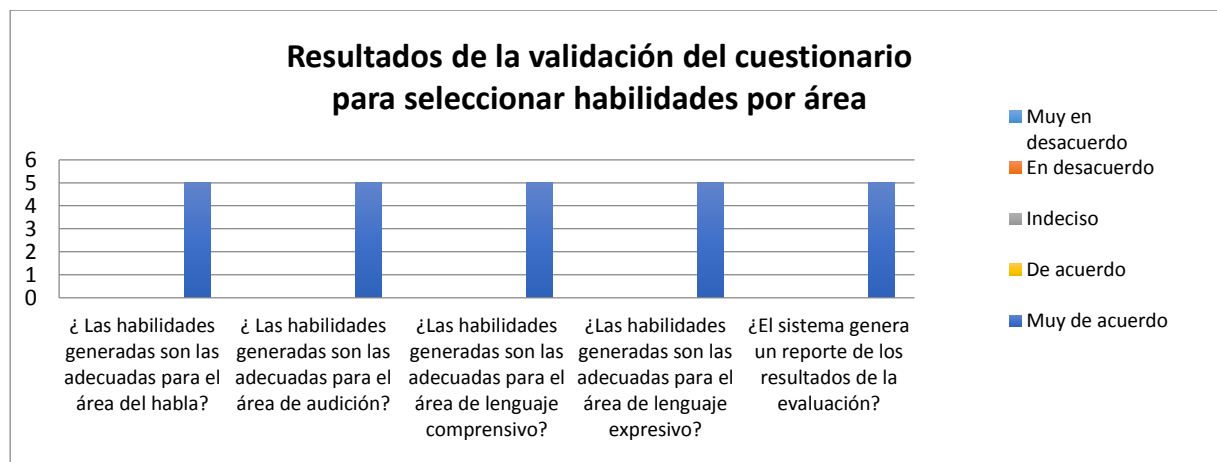


Figura 54. Gráfico de barras de los resultados de la validación del cuestionario para seleccionar habilidades por área

En la valoración de la creación del cuestionario para seleccionar actividades para desarrollar habilidades por área se obtuvo el 100% de generación correcta, es decir, el sistema toma en cuenta el perfil del paciente para poder crear actividades para desarrollar las habilidades por cada área, además presenta la calificación y la retroalimentación. En la creación de 2 cuestionarios para 2 casos se obtuvieron los resultados que se observan en la Figura 55.



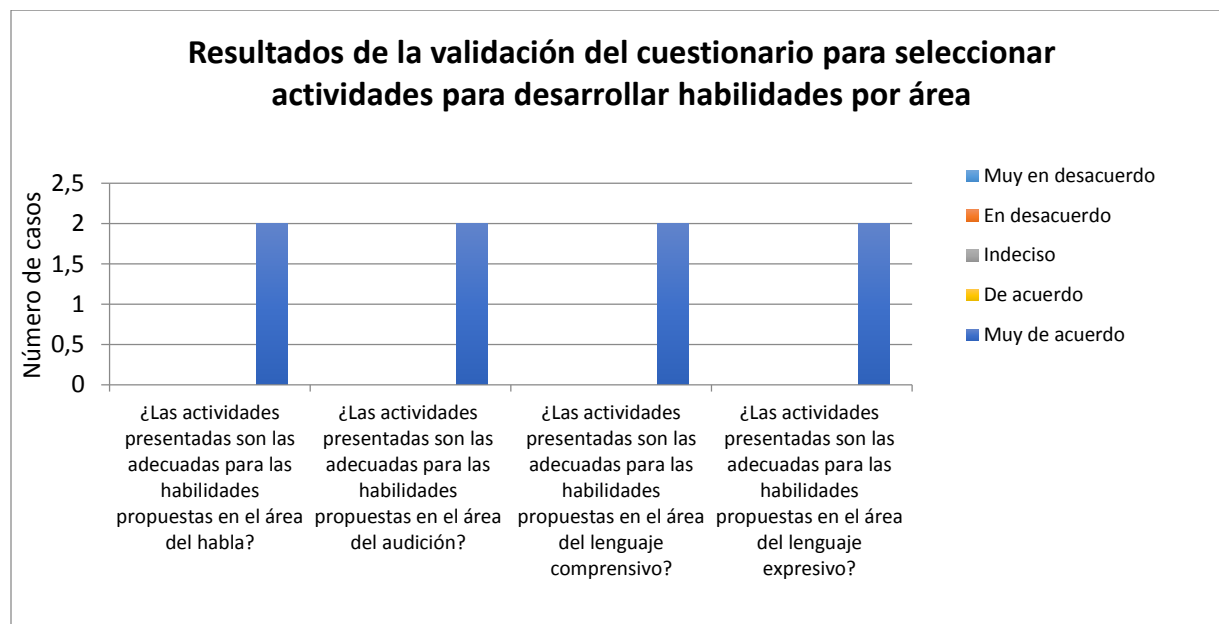


Figura 55. Gráfico de barras de los resultados del cuestionario para seleccionar actividades para desarrollar habilidades por área

En base a los resultados de la encuesta para la valoración general, el sistema se considera una herramienta de apoyo en el área de logopedia, presentándose como una tecnología de apoyo con interfaz sencilla y amigable, la misma que dispone de contenidos y recursos que cubren brevemente las áreas de terapia del habla y lenguaje encaminadas a generar un plan de intervención para el paciente y fomentando el autoaprendizaje de los usuarios que utilizan el sistema. En la Figura 56 podemos observar que el logopeda considera al sistema como un aporte de conocimiento muy bueno, ya que genera diversidad de perfiles y a su vez, permite llenar un cuestionario con habilidades y actividades que pueden ser útiles para obtener el plan de tratamiento para un paciente con distintas características.

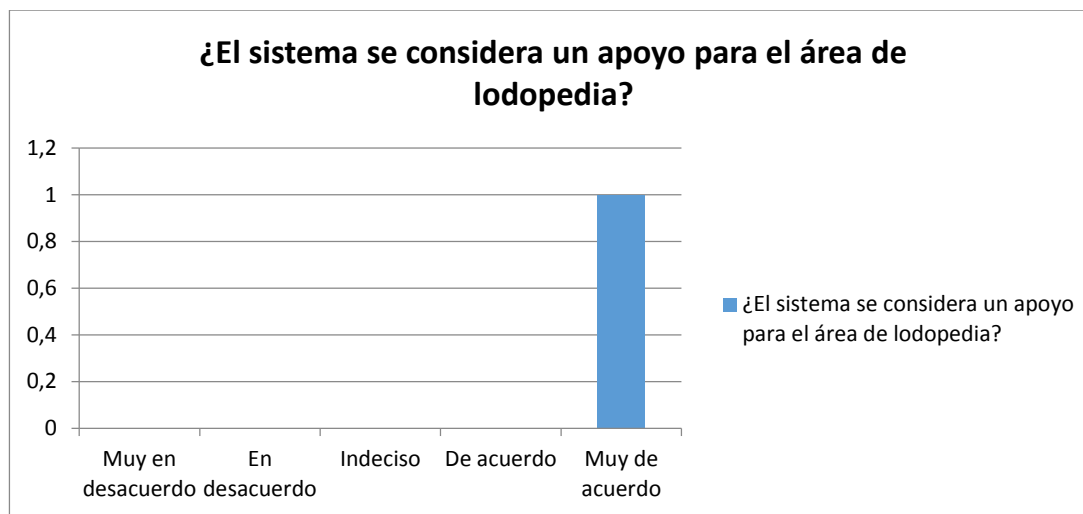


Figura 56. Gráfico de barras de la valoración general del sistema para el área de logopedia



## CAPITULO 5

### CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

#### 5.1 CONCLUSIONES

En este documento de tesis se ha presentado el desarrollo de las características más importantes de un sistema inteligente como soporte para el entrenamiento y desarrollo de destrezas para los futuros logopedas. Como se ha observado el sistema está habilitado para generar simulaciones de casos nuevos con las variables principales basadas en el análisis realizado por un logopeda de un grupo de pacientes que se atienden en los principales centros de educación especial de la ciudad de Cuenca y con lo cual se llegó a obtener una herramienta enfocada a diseñar planes de terapia a través de cuestionarios de habilidades y actividades para el área de logopedia.

El sistema se considera una herramienta de apoyo para los estudiantes del área de logopedia con la generación de varios casos que permiten medir la experiencia, sin embargo es importante conocer que cada niño tiene sus propias características sociales y personales, por lo tanto el sistema contribuye con una guía para generar diversos casos que puedan presentarse en el entorno profesional.

Para el desarrollo de las bases teóricas se realizó un análisis de las mallas curriculares de algunas universidades de Latinoamérica y Europa pudiendo concluir que la mayoría se basan en materias básicas, logopédicas y prácticas. Por lo tanto, el sistema contiene recursos teóricos destinados a los estudiantes del área de logopedia permitiéndoles integrar nuevos conocimientos.

El empleo de herramientas inteligentes tales como los algoritmos genéticos permitieron crear casos válidos y coherentes. Para ello fue necesario definir una función de adaptación luego de un análisis exhaustivo con el profesional logopeda de los desfases por cada trastorno y discapacidad, de esta manera se pudo obtener una mejor solución óptima.

Con las ontologías se modeló el conocimiento sobre los antecedentes y el desarrollo del



habla y lenguaje (con elementos tales como habilidades, actividades, recursos, áreas afectadas por trastorno y discapacidades) y sobre las cuales se realizaron las consultas para poder generar los cuestionarios para evaluar habilidades y actividades. Estas ontologías contribuyen con una base de conocimiento modelada en OWL/RDF para el área de terapia de lenguaje.

A la plataforma de aprendizaje virtual MOODLE se incorporaron objetos de aprendizaje, el algoritmo genético y los resultados de las consultas a las ontologías, de esta manera se llegaron a aprovechar todos los recursos que posee esta plataforma para estimular el aprendizaje del alumno.

En el desarrollo del sistema fue indispensable el apoyo y experiencia del logopeda para poder llegar a obtener resultados que simulen diversos casos reales con los que un estudiante pueda enfrentarse en la vida profesional.

Las TICs tienen un gran impacto dentro del área de la educación que en conjunto pueden ayudar a crear herramientas propias de cada campo en este caso con la incorporación de varias tecnologías se ha obtenido un sistema adaptado a los criterios propios del área de logopedia.

## **5.2 TRABAJO FUTURO**

Como trabajo futuro se propone desarrollar un segundo nivel de granularidad en las inferencias del sistema. Con esta funcionalidad el sistema experto será capaz de establecer importantes relaciones entre el historial médico del paciente (anamnesis y el historial del habla y lenguaje) y los elementos actuales de la ontología relacionados al desarrollo evolutivo del niño. Esto se puede realizar mediante un análisis a detalle de las variables que pueden ser factores causales de ciertos trastornos y discapacidades por ejemplo el tipo de lactancia que tuvo el niño, los hitos que ha desarrollado a cierta edad, los meses de duración del embarazo de la madre, la edad de los padres, etc. y posteriormente construir una base de conocimiento.

Además el sistema con la base de conocimiento actual podrá interactuar con otros sistemas que estén enfocados a la terapia del habla y lenguaje que mantengan un vocabulario de ontologías web.



Algunas otras líneas de desarrollo futuro que se plantean son las que se detallan a continuación:

- Incrementar más trastornos de la comunicación, más habilidades para cada etapa de desarrollo y sus respectivas actividades con el objetivo de tener una amplia gama de elementos dentro de la ontología que nos permitan evaluar el diseño de planes para otro tipos de trastornos.
- Aplicar el plan de implantación del sistema en institutos y universidades para contribuir al área de logopedia para que los profesionales dispongan de metodologías adicionales como apoyo en la intervención de un paciente.
- Modificar el sistema de codificación binario planteado en este trabajo, a fin de establecer métricas de cruce y mutación para una gama más amplia de valores decimales de los genotipos que representan las edades de lenguaje comprensivo y expresivo.



## REFERENCIAS

- Abad, A., Pompili, A., Costa, A., Trancoso, I., Fonseca, J., Leal, G., Farrajota, L., & Martins, I. P. (2013). Automatic word naming recognition for an on-line aphasia treatment system. *Computer Speech & Language*, 27(6), 1235-1248.
- Aguillón, J. A. P., de Coacalco, T. D. E. S., México, C. E. D. M., Trejo, R. S., Cedillo, C. J. L. H., & Romero, C. B. P. M. (2011). Diseño del Sistema de información de apoyo al docente para la evaluación del estudiante.
- Alamoudi, A., Almozaini, M., Alabdurahman, R., Alkoblan, S., Drine, S., & Al-Wabil, A. (2013). Interactive Serious Gaming for Children with Auditory Processing Difficulties in the Arabic Language. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 188-191). Springer Berlin Heidelberg.
- American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) (2015). ICD- 10-CM Diagnosis Codes Related to Speech, Language, and Swallowing Disorders.
- Asociación Española de Logopedia, Foniatria y Audiología e Iberoamericana de Fonoaudiología (AELFA) (2015). Qué es la Fonoaudiología. Accedido el 15 de enero del 2017, desde <http://www.aelfa.org/logopedia2.asp?idc=16>.
- Atienza, M. D. M. (2010). Trastornos de la comunicación oral. *Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud*, 7.
- Bedia, A. R., & Manjón, Y. R. A. (2006). Parálisis cerebral y discapacidad intelectual. *Colección Feaps, Madrid*.
- Beijer, L. J., Rietveld, T. C., van Beers, M. M., Slangen, R. M., van den Heuvel, H., de Swart, B. J., & Geurts, A. C. (2010). E-learning-based speech therapy: a web application for speech training. *Telemedicine and e-Health*, 16(2), 177-180.
- Berners-Lee, T., Hendler, J., & Lassila, O. (2001). The Semantic Web. A new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities. *Scientific American*, 284(5), 1-5.
- Bunnell, B. E., & Beidel, D. C. (2013). Incorporating technology into the treatment of a 17-year-old girl with selective mutism. *Clinical Case Studies*, 1534650113483357.
- Caballero-Morales, S. O., & Trujillo-Romero, F. (2014). Evolutionary approach for integration of multiple pronunciation patterns for enhancement of dysarthric speech recognition. *Expert Systems with Applications*, 41(3), 841-852.
- Calleja Reina, M., Luque Liñán, M. L., Rodríguez Santos, J. M., & Liranzo Grajales, A. I. (2015). Incremento de la competencia comunicativa en dos adultos con Parálisis Cerebral mediante el dispositivo Makey-Makey. Un estudio de caso. *Revista de investigación en Logopedia/Journal of research in Speech and Language Therapy*, 5(2), 112-134.
- Cano, S., Peñeñory, V., Collazos, C. A., Fardoun, H. M., & Alghazzawi, D. M. (2015). Training with Phonak: Serious Game as support in Auditory--Verbal Therapy for Children with



- Cochlear Implants. In *Proceedings of the 3rd 2015 Workshop on ICTs for improving Patients Rehabilitation Research Techniques* (pp. 22-25). ACM.
- Casal, S. M. S. (2010). Cuestionario de evaluación de la calidad de los cursos virtuales de la UNED. *Revista de Educación a Distancia*, (25).
- Castro-Rebolledo, R., Giraldo-Prieto, M., Hincapié-Henao, L., Lopera, F., & Pineda, D. A. (2004). Trastorno específico del desarrollo del lenguaje: una aproximación teórica a su diagnóstico, etiología y manifestaciones clínicas. *Revista de Neurología*, 39(12), 1173-1181.
- Chuchuca-Méndez, F., Robles-Bykbaev, V., Vanegas-Peralta, P., Lucero-Saldaña, J., López-Nores, M., & Pazos-Arias, J. (2016). An educative environment based on ontologies and e-learning for training on design of speech-language therapy plans for children with disabilities and communication disorders. *Ciencias de la Informática y Desarrollos de Investigación (CACIDI)*, IEEE Congreso Argentino de (pp. 1-6). IEEE.
- Cieza Dávila, J., Yamao, E., & León Lescano, N. (2014). Módulo de comunicación y entrenamiento RIMAY para personas con discapacidad motora del habla.
- Cole, R., Massaro, D. W., Villiers, J. D., Rundle, B., Shobaki, K., Wouters, J., Cohen, M., Baskow, J., Stone, P., Connors, P., Tarachow, A., & Solcher, D., (1999). New tools for interactive speech and language training: using animated conversational agents in the classroom of profoundly deaf children. In *MATISSE-ESCA/SOCRATES Workshop on Method and Tool Innovations for Speech Science Education*.
- Corwin, M., Wells, M., Koul, R., & Dembowski, J. (2014). Computer-Assisted Anomia Treatment for Persons with Chronic Aphasia: Generalization to Untrained Words. *Journal of Medical Speech-Language Pathology*, 21(2), 149-163.
- Durall Gazulla, E., Gros Salvat, B., Maina, M. F., Johnson, L., & Adams, S. (2012). Perspectivas tecnológicas: educación superior en Iberoamérica 2012-2017.
- Fernández, L. C., & Ganzarain, Y. E. (2004). La colaboración logopeda-maestro: hacia un modelo inclusivo de intervención en las dificultades del lenguaje. *Revista de logopedia, foniatría y audiolología*, 24(2), 55-66.
- Fernández, M., & Antonio, M. (2013). Sistema multimedia basado en fonoaudiología de ayuda en la terapia de lenguaje para el área de desarrollo psicomotriz en el centro educativo para niños con habilidades diferentes" El bosque".
- Frost, S., & McCrindle, R. J. (2014). Speech development and therapy using the Kinect.
- González, C. S. (2004). Sistemas Inteligentes en la Educación: Una revisión de las líneas de investigación actuales.
- González, F. (2011). Modelo de un sistema de información para el seguimiento psicopedagógico de alumnos en instituciones de educación Superior. *Revista Iberoamericana de Educación* <http://www.oei.es>.



- González, R. A., & Bevilacqua, J. A. (2012). Las disartrias. *Revista Hospital Clínico Universidad de Chile*, 23, 299-309.
- Grossinho, A., Cavaco, S., & Magalhães, J. (2014). An interactive toolset for speech therapy. In *Proceedings of the 11th Conference on Advances in Computer Entertainment Technology* (p. 36). ACM.
- Higgins, C., Kearns, Á., & Franklin, S. (2012). Poster: the development of a semantic feature analysis based mobile application for individuals with aphasia. In *Proceedings of the 10th international conference on Mobile systems, applications, and services* (pp. 513-514). ACM.
- Ibáñez, J. S. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 1(1), 3.
- Ibrahim, A. M., Hashi, H. A., & Mohamed, A. A. (2013). Ontology-Driven Information Retrieval for Healthcare Information System: A Case Study. *International Journal of Network Security & Its Applications*, 5(1), 61.
- Iroju, O., Soriyan, A., & Gambo, I. (2012). Ontology matching: An ultimate solution for semantic interoperability in healthcare. *International Journal of Computer Applications*, 51(21).
- Johnson, A. (2002). Prevalence and characteristics of children with cerebral palsy in Europe. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 44(09), 633-640.
- Kantarcigil, C., Sheppard, J. J., Gordon, A. M., Friel, K. M., & Malandraki, G. A. (2016). A telehealth approach to conducting clinical swallowing evaluations in children with cerebral palsy. *Research in developmental disabilities*, 55, 207-217.
- Kleim, J. A., & Jones, T. A. (2008). Principles of experience-dependent neural plasticity: implications for rehabilitation after brain damage. *Journal of speech, language, and hearing research*, 51(1), S225-S239.
- Loaiza, D., Oviedo, C., Castillo, A., Portilla, A., Álvarez, G., Linares, D., Navarro, A., & Ivarez, G. A. (2013). A video game prototype for speech rehabilitation. In *Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES), 2013 5th International Conference on* (pp. 1-4). IEEE.
- Lopes, C., Veiga, A., & Perdigão, F. (2012). A european portuguese children speech database for computer aided speech therapy. In *International Conference on Computational Processing of the Portuguese Language* (pp. 368-374). Springer Berlin Heidelberg.
- Marshall, J., Booth, T., Devane, N., Galliers, J., Greenwood, H., Hilari, K., Talbot, R., Wilson, S., & Woolf, C. (2016). Evaluating the Benefits of Aphasia Intervention Delivered in Virtual Reality: Results of a Quasi-Randomised Study. *PloS one*, 11(8), e0160381.
- Martín Ruiz, M. L., Valero Duboy, M. Á., Torcal Loriente, C., & Pau de la Cruz, I. (2014). Evaluating a web-based clinical decision support system for language disorders screening in a nursery school. *Journal of medical Internet research*, 16(5).





- Martín-Ruiz, M. L., Valero Duboy, M. A., & Pau de la Cruz, I. (2013). Deployment and validation of a smart system for screening of language disorders in primary care. *Sensors*, 13(6), 7522-7545.
- Martínez, L., Cabezas, C., Labrar, M., & Hernández, R. (2006, June). La logopedia en Iberoamérica. In *XXV Congreso de Logopedia, Foniatría y Audiología*. Granada: España.
- MedlinePlus (2015). Parálisis cerebral. Accedido el 14 de enero del 2017, desde <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000716.htm>
- Mutismo Selectivo Informe de la Red Norteamericana de Ansiedad en la Infancia (2004).
- Ooi, Y. P., Raja, M., Sung, S. C., Fung, D. S., & Koh, J. B. (2012). Application of a web-based cognitive-behavioural therapy programme for the treatment of selective mutism in Singapore: a case series study. *Singapore medical journal*, 53(7), 446-450.
- Organización Mundial de la Salud (OMS)(2016). Trastornos del espectro autista. Accedido el 14 de enero del 2017, desde <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/autism-spectrum-disorders/es/>
- Peña-Casanova, J. (2013). Manual de logopedia. (4th ed.) España. Elsevier.
- Puri, C. A., Gomadam, K., Jain, P., Yeh, P. Z., & Verma, K. (2011). Multiple Ontologies in Healthcare Information Technology: Motivations and Recommendation for Ontology Mapping and Alignment. In *ICBO*.
- Puyuelo, M., Salavera, C., & Serrano, R. (2012). Diagnóstico e intervención del lenguaje en un caso de parálisis cerebral infantil. *Boletín de AELFA*, 12(1), 12-15.
- Riaño, D., Real, F., López-Vallverdú, J. A., Campana, F., Ercolani, S., Mecocci, P., Annicchiarico, R., & Caltagirone, C. (2012). An ontology-based personalization of health-care knowledge to support clinical decisions for chronically ill patients. *Journal of biomedical informatics*, 45(3), 429-446.
- Rivas, E. Q., & Molina, E. S. (2012). A proposal for a virtual world that supports therapy of dyslalia. In *Proceedings of the 6th Euro American Conference on Telematics and Information Systems* (pp. 371-374). ACM.
- Robles-Bykbaev, V. E., Guamán-Murillo, W., Quisi-Peralta, D., López-Nores, M., Pazos-Arias, J. J., & García-Duque, J. (2016). An ontology-based expert system to generate therapy plans for children with disabilities and communication disorders. In *Ecuador Technical Chapters Meeting (ETCM), IEEE* (Vol. 1, pp. 1-6). IEEE.
- Robles-Bykbaev, V. E., López-Nores, M., Pazos-Arias, J. J., & Arévalo-Lucero, D. (2015). SPELTA: An expert system to generate therapy plans for speech and language disorders. *Expert Systems with Applications*, 42(21), 7641-7651.
- Robles-Bykbaev, V., López-Nores, M., Pazos-Arias, J. J., & Arévalo-Lucero, D. (2014). Maturation assessment system for speech and language therapy based on multilevel PAM and KNN. *Procedia Technology*, 16, 1265-1270.



- Robles, V. (2016). Contribución a los modelos de soporte pedagógico basados en TICs y sistemas inteligentes como herramientas de apoyo a la educación especial y terapia de lenguaje., Tesis doctoral, Vigo, Universidade de Vigo.
- Rosanigo, Z. B., & Bramati, P. (2011). Objetos de aprendizaje. In *XIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*.
- Salinas Ibañez, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. RUSC. Universities and Knowledge Society Journal, 1(1), 3.
- San Juan, E., Jamett, M., Kaschel, H., & Sánchez, L. (2016). Sistema de reconocimiento de voz mediante wavelets, predicción lineal y redes backpropagation. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 24(1), 8-17.
- Sánchez, L. B., Olalla, M. F., Rodríguez, E. M., & González, M. D. M. R. (2010). Entornos virtuales como apoyo a la docencia universitaria presencial: utilidad de Moodle. *Anuario Jurídico y Económico Escurialense*, (43), 273.
- Sánchez, L. B., Olalla, M. F., Rodríguez, E. M., & González, M. D. M. R. (2010). Entornos virtuales como apoyo a la docencia universitaria presencial: utilidad de Moodle. *Anuario Jurídico y Económico Escurialense*, (43), 273.
- Sheppard, J. J., Hochman, R., & Baer, C. (2014). The dysphagia disorder survey: validation of an assessment for swallowing and feeding function in developmental disability. *Research in developmental disabilities*, 35(5), 929-942.
- Sivakova, V., Totkov, G., & Blagoev, D. (2011). Phonetic database for automated generating of logopedic exercises. In *Proceedings of the 12th International Conference on Computer Systems and Technologies* (pp. 558-563). ACM.
- Stark, J., Pons, C., & Daniel, C. (2013). Integrating face-to-face language therapy with virtual reality applications for persons with aphasia. In *2013 International Conference on Virtual Rehabilitation (ICVR)* (pp. 70-75). IEEE.
- Taboada-Lugo, N., Quintero-Escobar, K., Casamajor-Castillo, M., González-Torres, K., Marrero-Infante, J., Cruz-Ubeda, S., & Díaz-Robles, E. (2013). Epidemiología de la parálisis cerebral en el Estado Plurinacional de Bolivia, 2009-2012. *Revista Peruana de Epidemiología*, 17(2), 1-7.
- Timbi-Sisalima, C., Robles-Bykbaev, V., Guiñansaca-Zhagüi, E., Capón-Albarracín, M., & Ochoa-Arévalo, G. (2015). ADACOF: una aproximación educativa basada en TIC para el aprendizaje digital de la articulación del código fonético en niños con discapacidad. *Perfiles educativos*, 37(149), 187-202.
- Vendrell, J. M. (2001). Las afasias: semiología y tipos clínicos. *Revista de neurología*, 32(10), 980-986.
- Villavicencio, L., Aranda, B., Lara, N., de la Roca, A., & Zambrano, Y. (2014). Sistema basado en conocimiento para la detección de problemas de lenguaje en niños. In *Ciencias de la Ingeniería y Tecnología Handbook T-VII: Congreso Interdisciplinario de Cuerpos Académicos* (pp. 217-239). ECORFAN.



World Health Organization (WHO). (2011). *World report on disability*. World Health Organization.



## ANEXOS

### Anexo A. Antecedentes del paciente

#### FICHA LOGOPÉDICA

Fecha de Consulta: \_\_\_\_\_

#### **DATOS PERSONALES**

Nombres: \_\_\_\_\_

Apellidos: \_\_\_\_\_

Fecha de Nacimiento: \_\_\_\_\_ Sexo: M \_\_\_\_ F \_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_

Nombre de la Madre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Nombre del Padre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Nombre del Representante: \_\_\_\_\_

Ocupación: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_ Celular: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_ Correo Electrónico: \_\_\_\_\_

Nombre del Médico: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_

#### **Personas con las que vive el niño (marque uno):**

Padres Biológicos \_\_\_\_\_

Padres Adoptivos \_\_\_\_\_

Uno de los padres \_\_\_\_\_

Madre y Padrastro \_\_\_\_\_

Padre y Madrastra \_\_\_\_\_

Abuelos \_\_\_\_\_

Familia de Acogida \_\_\_\_\_

Otro \_\_\_\_\_

#### **¿Existe migración en el hogar?**

Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

Quiénes \_\_\_\_\_

Motivos \_\_\_\_\_

#### **Otros niños en la familia:**

Nombre	Edad	Sexo	Relación con el niño	Educación	Problemas del Habla y Audición

#### **HISTORIAL DEL NACIMIENTO**



¿Hubo algo inusual/raro acerca del embarazo o el nacimiento? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

Si la respuesta es sí, por favor describa:

---

---

¿El tipo de parto fue?

Normal \_\_\_\_

Cesárea \_\_\_\_

Forzado \_\_\_\_

Inducido \_\_\_\_

¿Cuál fue la edad de la madre cuándo nació el niño/a? \_\_\_\_\_

¿La madre tuvo alguna enfermedad durante el embarazo? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

Si la respuesta es sí, por favor describa:

---

---

¿Cuántos meses duró el embarazo? \_\_\_\_\_

¿El niño/a fue a la casa con su madre luego de salir del hospital? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

Si el niño se quedó en el hospital, describa por qué y por cuánto tiempo:

---

---

---

¿Cuál fue el tipo de lactancia que tuvo el niño/a?

Seno Materno \_\_\_\_

Biberón \_\_\_\_

Mixta \_\_\_\_

¿Tuvo el niño/a dificultades al succionar? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

Si la respuesta es sí, por favor describa:

---

---

¿El niño/a tiene dependencia en alguna de las siguientes actividades?

Alimentación \_\_\_\_

Vestuario \_\_\_\_

Aseo Personal \_\_\_\_

### **HISTORIAL MÉDICO**

¿Con cuál de los siguientes el niño/a ha tenido problemas?

Adenoidectomía \_\_\_\_ Encefalitis \_\_\_\_ Sinusitis \_\_\_\_

Alergias \_\_\_\_ Lesión de la cabeza \_\_\_\_ Dificultad durmiendo \_\_\_\_



Dificultades de respiración	_____	Fiebre alta	_____	Tubos en el oído	_____
Varicela	_____	Sarampión	_____	Amigdalitis	_____
Resfriados	_____	Meningitis	_____	Problemas de visión	_____
Paperas	_____	Escarlatina	_____	Convulsiones	_____
Infección del oído	_____	¿Con que frecuencia?	_____		
Habito chupándose el dedo pulgar	_____				
Otros	_____				

Intervenciones quirúrgicas:

¿El niño/a está bajo el cuidado de un médico? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
Si la respuesta es si, ¿por qué?:

¿El niño/a toma medicamentos regularmente? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
Si la respuesta es si, ¿cuáles?:

### **HISTORIAL DEL DESARROLLO**

¿Cuál es la edad aproximada en que se niño/a logró los siguientes hitos del desarrollo?

Sentarse (sin ayuda)	_____	Sujetó un lápiz	_____
Balbucear	_____	Dijo sus primeras palabras	_____
Poner dos palabras juntas	_____	Habló en oraciones cortas	_____
Caminó	_____	Control de esfínteres	_____

Su niño/a:

¿Se ahoga con la comida o líquidos?	_____
¿Pone constantemente juguetes u objetos en su boca?	_____
¿Cepilla sus dientes?	_____
¿Permite que lo peinen?	_____
¿Repite sonidos, palabras o frases una y otra vez?	_____
¿Entiende lo que usted le dice?	_____
¿Apunta a objetos comunes cuando se lo pide (pelota, taza, zapato)?	_____
¿Sigue instrucciones como "cierra la ventana" o "recoge tus medias")?	_____
¿Responde de manera correcta a las preguntas de si / no?	_____
¿Responde correctamente a las preguntas quién/qué/dónde/cuándo/por qué?	_____

El niño/a se comunica usando:

El lenguaje de su cuerpo	_____
Sonidos (vocales, gruñendo)	_____
Palabras (gato, abajo)	_____
Dos a cuatro palabras por oración	_____



Oraciones con más de cuatro palabras \_\_\_\_\_

Otro, por favor describa: \_\_\_\_\_

¿Cree usted que el tono de voz de su niño/a es normal?

Timbre \_\_\_\_\_

Tono \_\_\_\_\_

Ritmo \_\_\_\_\_

Intensidad \_\_\_\_\_

### **DESARROLLO DEL HABLA, LENGUAJE Y AUDICIÓN**

¿Sospecha usted que su niño/a tiene algún problema con el habla/lenguaje? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Si la respuesta es Si, por favor describa:

\_\_\_\_\_

¿Sospecha usted que su niño/a tiene algún problema de audición? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Si la respuesta es Si, por favor describa:

\_\_\_\_\_

¿Ha tenido el niño/a antes una evaluación del habla/lenguaje? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Si la respuesta es Si, ¿en dónde y cuándo? \_\_\_\_\_

¿Qué le dijeron a usted? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Ha tenido el niño/a antes una evaluación de audición? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Si la respuesta es Si, ¿en dónde y cuándo? \_\_\_\_\_

¿Qué le dijeron a usted? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿El niño/a ha recibido terapia del habla en el pasado? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Si la respuesta es Si, ¿en dónde y cuándo? \_\_\_\_\_

¿En qué área trabajaron en la terapia? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿El niño/a ha recibido algún otro tipo de evaluación o terapia (terapia física, terapia ocupacional, visión, etc.)?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Si la respuesta es Si, por favor describa:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿El niño/a está consiente de o frustrado por cualquier dificultad con el habla/lenguaje?

\_\_\_\_\_



---

### Comportamiento

El niño/a tiene las siguientes características de comportamiento:

Cooperativo	_____	
Atento	_____	
Dispuesto a tratar con actividades nuevas	_____	_____
Juega solo por una cantidad de tiempo razonable	_____	
Dificultad con la separación	_____	
Fácilmente frustrado/impulsivo	_____	
Testarudo	_____	
Inquieto	_____	
Contacto visual pobre	_____	
Fácilmente distraído/poca atención	_____	
Destruyivo/agresivo	_____	
Retraído	_____	
Un comportamiento inadecuado	_____	
Un comportamiento abusador a sí mismo	_____	

### HISTORIAL ESCOLAR

Nombre de la escuela a la que acude: \_\_\_\_\_

Grado escolar: \_\_\_\_\_

Nombre del profesor/a: \_\_\_\_\_

¿Ha repetido el niño/a algún grado escolar? \_\_\_\_\_

¿Esta recibiendo el niño/a ayuda en alguna clase académica? \_\_\_\_\_

### OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

---

---

---





## Anexo B. Encuesta para validar los casos generados

### EVALUACIÓN DE CASOS/PERFILES

Fecha: \_\_\_\_\_

El presente cuestionario tiene como objetivo evaluar el proceso de generación de datos para crear un nuevo perfil.

#### **Datos generados por el sistema:**

Número de caso: \_\_\_\_\_  
Diagnóstico de lenguaje: \_\_\_\_\_  
Diagnóstico médico: \_\_\_\_\_  
Edad cronológica: \_\_\_\_\_  
Edad del lenguaje expresivo: \_\_\_\_\_  
Edad del lenguaje comprensivo: \_\_\_\_\_  
Edad madurativa del lenguaje: \_\_\_\_\_  
Área(s) más afectada(s): \_\_\_\_\_

**1. ¿El diagnóstico médico presentado puede ser un factor causante del trastorno de lenguaje especificado?**

Muy en desacuerdo \_\_\_\_\_  
En desacuerdo \_\_\_\_\_  
Indeciso \_\_\_\_\_  
De acuerdo \_\_\_\_\_  
Muy de acuerdo \_\_\_\_\_

**2. ¿La edad del lenguaje comprensivo y la edad del lenguaje expresivo es coherente de acuerdo al área o áreas más afectadas?**

Muy en desacuerdo \_\_\_\_\_  
En desacuerdo \_\_\_\_\_  
Indeciso \_\_\_\_\_  
De acuerdo \_\_\_\_\_  
Muy de acuerdo \_\_\_\_\_

**3. ¿El desfase entre la edad cronológica y la edad madurativa del lenguaje está considerada dentro del rango?**

Muy en desacuerdo \_\_\_\_\_  
En desacuerdo \_\_\_\_\_  
Indeciso \_\_\_\_\_  
De acuerdo \_\_\_\_\_  
Muy de acuerdo \_\_\_\_\_

**4. ¿De manera general, el caso se considera correcto?**



Muy en desacuerdo \_\_\_\_  
En desacuerdo \_\_\_\_  
Indeciso \_\_\_\_  
De acuerdo \_\_\_\_  
Muy de acuerdo \_\_\_\_

Responda las siguientes preguntas para evaluar el cuestionario **“Habilidades de cada área”** generado por el sistema:

**1. ¿Las habilidades generadas son las adecuadas para el área del habla?**

Muy en desacuerdo \_\_\_\_ En desacuerdo \_\_\_\_ Indeciso \_\_\_\_ De acuerdo \_\_\_\_ Muy de acuerdo \_\_\_\_

**2. ¿Las habilidades generadas son las adecuadas para el área de audición?**

Muy en desacuerdo \_\_\_\_ En desacuerdo \_\_\_\_ Indeciso \_\_\_\_ De acuerdo \_\_\_\_ Muy de acuerdo \_\_\_\_

**3. ¿Las habilidades generadas son las adecuadas para el área de lenguaje comprensivo?**

Muy en desacuerdo \_\_\_\_ En desacuerdo \_\_\_\_ Indeciso \_\_\_\_ De acuerdo \_\_\_\_ Muy de acuerdo \_\_\_\_

**4. ¿Las habilidades generadas son las adecuadas para el área de lenguaje expresivo?**

Muy en desacuerdo \_\_\_\_ En desacuerdo \_\_\_\_ Indeciso \_\_\_\_ De acuerdo \_\_\_\_ Muy de acuerdo \_\_\_\_

Responda las siguientes preguntas para evaluar el cuestionario **“Actividades para desarrollar las habilidades de cada área”** generado por el sistema:

**5. ¿Las actividades presentadas son las adecuadas para las habilidades propuestas en el área del habla?**

Muy en desacuerdo \_\_\_\_ En desacuerdo \_\_\_\_ Indeciso \_\_\_\_ De acuerdo \_\_\_\_ Muy de acuerdo \_\_\_\_

**6. ¿Las actividades presentadas son las adecuadas para las habilidades propuestas en el área de audición?**

Muy en desacuerdo \_\_\_\_ En desacuerdo \_\_\_\_ Indeciso \_\_\_\_ De acuerdo \_\_\_\_ Muy de acuerdo \_\_\_\_

**7. ¿Las actividades presentadas son las adecuadas para las habilidades propuestas en el área del lenguaje comprensivo?**

Muy en desacuerdo \_\_\_\_ En desacuerdo \_\_\_\_ Indeciso \_\_\_\_ De acuerdo \_\_\_\_ Muy de acuerdo \_\_\_\_



8. ¿Las actividades presentadas son las adecuadas para las habilidades propuestas en el área del lenguaje expresivo?

Muy en desacuerdo \_\_\_\_ En desacuerdo \_\_\_\_ Indeciso \_\_\_\_ De acuerdo \_\_\_\_ Muy de acuerdo \_\_\_\_

9. ¿El sistema presenta las opciones correctas e incorrectas en la retroalimentación? SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_

10. ¿El sistema genera un reporte de los resultados de la evaluación? SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_



### Anexo C. Evaluación manual de un caso

Nombre	E.L.P.T	
Fecha de nacimiento	31/01/2008	
Fecha de evaluación	26/10/2010	
Edad Cronológica	1.21	
Dx. Médico		
Patología	Retardo del Lenguaje	
Trastorno Asociado	Falta	
Formulación lingüística	Preguntas: 4,5,6,7,8,9,11	La fuerza respiratoria es Normal - No tiene obstrucción nasal - Trabajar fuerza respiratoria - La cualidad de voz tiene un timbre Normal
	111081169	
Lenguaje comprensivo	Edad comprensión auditiva	- La edad de comprensión auditiva es de 2 años 8 meses
	2.875E0	
Lenguaje expresivo + articulación	Edad habilidad verbal, preguntas:18,18b,19,20,21,22	- La edad de habilidad verbal es de 2 años 1 mes - Las áreas de evaluación articulatorio es: Problemas al Medio con el fonema: /ch/ - Problemas al Medio con el fonema: /x/ - Problemas al Final con el fonema: /t/ - Problemas al Final con el fonema: /s/ - Problemas al Final con el fonema: /l/ - Problemas al Final con el fonema: /r/ - Problemas al Final con el fonema: /rr/ - Problemas al Final con el fonema: /y/ - Problemas al Final con el fonema: /ñ/ - Problemas al Final con el fonema: /ch/ - Problemas al Final con el fonema: /x/ - Problemas en el Trabante /d/ - Problemas en el Trabante /t/ - Problemas en el Trabante /s/ - Problemas en el Trabante /l/ - Problemas en el Trabante /r/ - Problemas en el Trabante /x/ - Diptongo ia correcto - Diptongo ai correcto - Diptongo ai correcto - Diptongo io correcto - Diptongo au correcto - Diptongo iu correcto - Diptongo oi correcto - Diptongo ui correcto - Diptongo ei correcto - Problemas con la polisilábica bl - Problemas con la polisilábica gl - Problemas con la polisilábica pr
	2.125E0, 4114575,652864,823136,83,0,5	



		<ul style="list-style-type: none"><li>- Problemas con la polisilábica tr</li><li>- Problemas con la polisilábica cl</li><li>- Problemas con la polisilábica br</li><li>- Problemas con la polisilábica tl</li><li>- Problemas con la polisilábica fl</li><li>- Problemas con la polisilábica fr</li><li>- Problemas con la polisilábica gr</li><li>- Problemas con la polisilábica dr</li><li>- Problemas con la polisilábica cr</li><li>- Problemas con la polisilábica pl</li><li>- Oración Incorrecta</li></ul>
Estructura y Función oral	Preguntas: 12,13,14,15,16,17	Lengua de tamaño Medio: <ul style="list-style-type: none"><li>- Los Movimientos alternos: de Saque y meta la lengua Rápidamente es buena</li><li>- El vibramiento de la lengua es nula</li><li>- No</li><li>- Tiene temblores en la lengua</li><li>- Los labios Si tiene simetría</li></ul>
	130202922, 129919, 28685, 13, 175, 255	
Audición	Preguntas:1,2,3	<ul style="list-style-type: none"><li>- Las áreas de evaluación auditorio es: Correcto</li></ul>



## **Anexo D. Estructura parcial de la ontología de la anamnesis**

```
<?xml version="1.0"?>
```

```
<rdf:RDF xmlns="http://www.spelta.ec/terapiaLenguaje/anamnesis#"
  xml:base="http://www.spelta.ec/terapiaLenguaje/anamnesis"
  xmlns:anamnesis="http://www.spelta.ec/terapiaLenguaje/anamnesis#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:terapiaLenguaje="http://www.spelta.ec/terapiaLenguaje#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:j.1="http://www.w3.org/2006/vcard/ns#"
  xmlns:j.0="http://dbpedia.org/ontology/"
  xmlns:j.2="http://xmlns.com/foaf/0.1/">
```

```
<owl:Ontology rdf:about="http://www.spelta.ec/terapiaLenguaje/anamnesis">
  <owl:versionIRI rdf:resource="http://www.spelta.ec/terapiaLenguaje"/>
</owl:Ontology>
```

```
<!-- http://www.spelta.ec/terapiaLenguaje/anamnesis#Evaluacion -->
<owl:Class rdf:about="&anamnesis;Evaluacion"/>
```

```
<!-- http://www.spelta.ec/terapiaLenguaje/anamnesis#Evaluacion_Audicion -->
<owl:Class rdf:about="&anamnesis;Evaluacion_Audicion"/>
```

```
<!-- http://www.spelta.ec/terapiaLenguaje/anamnesis#Evaluacion_Habla_Lenguaje -->
<owl:Class rdf:about="&anamnesis;Evaluacion_Habla_Lenguaje"/>
```

```
<!-- http://www.spelta.ec/terapiaLenguaje/anamnesis#Ficha_Logopedica -->
<owl:Class rdf:about="&anamnesis;Ficha_Logopedica"/>
```

```
<!-- http://www.spelta.ec/terapiaLenguaje/anamnesis#Historial_Del_Desarrollo -->
<owl:Class rdf:about="&anamnesis;Historial_Del_Desarrollo"/>
```

```
<!-- http://www.spelta.ec/terapiaLenguaje/anamnesis#Historial_Del_Nacimiento -->
<owl:Class rdf:about="&anamnesis;Historial_Del_Nacimiento"/>
```

```
<!-- http://www.spelta.ec/terapiaLenguaje/anamnesis#Historial_Escolar -->
<owl:Class rdf:about="&anamnesis;Historial_Escolar"/>
```



**Anexo E. Encuesta aplicada para evaluar el entorno, diseño y navegación y recursos multimedia del sistema**

Nombre: _____ Especialidad: _____	Nada satisfactorio	Satisfactorio	Muy satisfactorio
Por favor llenar el siguiente cuestionario con el objetivo de evaluar el sistema "Sistema de información con soporte inteligente para brindar apoyo en el estudio de casos clínicos para estudiantes de fonoaudiología".			
Calidad general del entorno y la metodología didáctica			
¿El sistema ofrece un conocimiento teórico y práctico con posibilidades de aplicación a la realidad?			
¿El sistema estimula al usuario a hacer preguntas, reflexionar y a buscar respuestas?			
¿El sistema tiene una combinación agradable de textos, imágenes y videos?			
¿Los contenidos se presentan de forma comprensible?			
¿La retroalimentación es precisa y clara, existen preguntas de autoevaluación y existen exámenes interactivos de prueba?			
¿El contenido del curso mantiene el interés y el seguimiento, potenciando aptitudes positivas?			
¿El sistema le permite integrar nuevos conocimientos con los que ya posee?			
Navegación y diseño			
¿La navegación del sistema es sencilla?			
¿El tamaño de los iconos y botones del sistema es adecuado?			
¿El sistema presenta una apariencia visual agradable y facilita el estudio?			
¿El sistema presenta herramientas con calidad técnica en su funcionamiento?			
Recursos multimedia			
¿El sistema presenta distintos recursos multimedia tales como animaciones, actividades y videos?			
¿Los simuladores del sistema ofrecen ayudan al usuario en la tarea a realizar, aportan ilusión de realidad y credibilidad del mundo real?			
¿Los recursos multimedia (animaciones, actividades, videos) están contextualizados en el tema, adaptados a los objetivos, contenidos de aprendizaje y la población destino?			
¿Los recursos multimedia (animaciones, actividades, videos) se consideran recursos de interés y de actualidad?			



---

**Anexo F. Encuesta aplicada para la evaluación general del sistema**

**EVALUACIÓN DEL SISTEMA**

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Datos del terapeuta:** \_\_\_\_\_

1. ¿Se identifica fácilmente los contenidos y actividades del curso de terapia de lenguaje?

Muy en desacuerdo \_\_\_\_ En desacuerdo \_\_\_\_ Indeciso \_\_\_\_ De acuerdo \_\_\_\_ Muy de acuerdo \_\_\_\_

2. ¿Los recursos (videos, texto, preguntas, cuestionarios) cubre los objetivos del curso?

Muy en desacuerdo \_\_\_\_ En desacuerdo \_\_\_\_ Indeciso \_\_\_\_ De acuerdo \_\_\_\_ Muy de acuerdo \_\_\_\_

3. ¿La información de los contenidos y actividades del sistema es clara?

Muy en desacuerdo \_\_\_\_ En desacuerdo \_\_\_\_ Indeciso \_\_\_\_ De acuerdo \_\_\_\_ Muy de acuerdo \_\_\_\_

4. ¿El sistema fomenta el autoaprendizaje?

Muy en desacuerdo \_\_\_\_ En desacuerdo \_\_\_\_ Indeciso \_\_\_\_ De acuerdo \_\_\_\_ Muy de acuerdo \_\_\_\_

5. ¿Qué tipo de conocimiento aporta el sistema a los estudiantes?

Muy malo \_\_\_\_ Malo \_\_\_\_ Regular \_\_\_\_ Bueno \_\_\_\_ Muy Bueno \_\_\_\_

6. ¿El sistema presenta una interfaz sencilla y amigable?

Muy malo \_\_\_\_ Malo \_\_\_\_ Regular \_\_\_\_ Bueno \_\_\_\_ Muy Bueno \_\_\_\_

7. ¿El sistema se considera un apoyo para el área de lodopedia?

Muy en desacuerdo \_\_\_\_ En desacuerdo \_\_\_\_ Indeciso \_\_\_\_ De acuerdo \_\_\_\_ Muy de acuerdo \_\_\_\_

8. ¿El sistema cubre todas las áreas de terapia del habla y lenguaje?

Muy en desacuerdo \_\_\_\_ En desacuerdo \_\_\_\_ Indeciso \_\_\_\_ De acuerdo \_\_\_\_ Muy de acuerdo \_\_\_\_

9. Recomendaciones \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_





## Anexo G. Manual de usuario

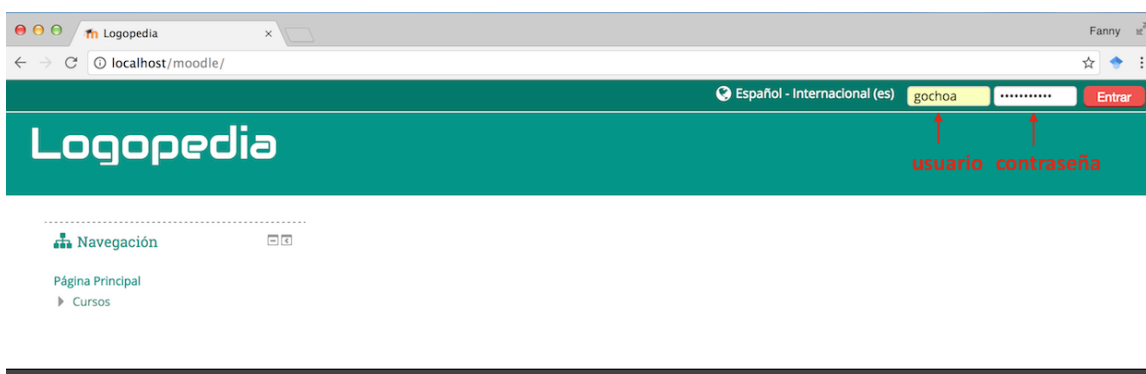
### MANUAL DE USUARIO

El presente documento permite visualizar el entorno gráfico y la operatividad del sistema experto, en el cuál se van a detallar los pasos que se deben seguir para el manejo general de las estructuras de las pantallas, así como de las funciones de las opciones básicas. Es importante recalcar que a más de las instrucciones que se dan a conocer, el sistema incluye todas las funcionalidades propias de la plataforma de aprendizaje virtual MOODLE.

#### Entorno general del sistema

Para acceder al sistema el usuario deberá ejecutar los pasos que se describen a continuación:

Abrir el navegador de internet (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome, etc.), e ingresar a la dirección del sistema. Inmediatamente aparecerá la siguiente pantalla, la cual permitirá acceder al sistema. En esta pantalla, se deberá colocar el nombre de usuario y la contraseña respectiva para luego pulsar sobre el botón **Entrar**.



1. A continuación se presentará la pantalla “Área Personal” en dónde se visualiza el nombre del usuario que se está conectado y el nombre del curso en el que se encuentra matriculado.



Área personal

localhost/moodle/my/index.php

Mensajes

Español - Internacional (es) Gladys Ochoa

# Logopedia

usuario conectado

Página Principal Área personal Eventos Mis Cursos Personalizar esta página

ANUNCIOS No hay anuncios para mostrar

Vista general de cursos

Terapia del lenguaje ← Nombre del curso

Archivos privados

No hay archivos disponibles

Gestionar ficheros Privados...

2. Al ingresar al curso “Terapia del lenguaje” se desplegará 2 secciones: 1) “Bases teóricas” y 2) “Planes de terapia del habla y lenguaje”.

Mensajes

Español - Internacional (es) Gladys Ochoa

# Terapia del lenguaje

Página Principal Área personal Eventos Mis Cursos Este curso

Logopedia > Terapia del habla y lenguaje

## Bases teóricas

Esta sección describe brevemente las bases teóricas en el área de logopedia.

Novedades

El lenguaje y la comunicación

← Sección 1

## Planes de terapia del habla y lenguaje

Generar un perfil para evaluar las habilidades por área

Generar un perfil para evaluar actividades para desarrollar habilidades

← Sección 2

Buscar en los foros

Ir

Búsqueda avanzada ?

### Últimas noticias

(Sin novedades aún)

### Eventos próximos

No hay eventos próximos

Ir al calendario...

Nuevo evento...

3. Al ingresar al recurso “El lenguaje y la comunicación” de la sección “Bases Teóricas” se visualizará la siguiente pantalla con una guía de temas en dónde el usuario podrá ir navegando y que le permitirán conocer las bases teóricas del área de logopedia. Los



temas contiene sección de objetivos, una sección de teoría y una pregunta de verdadero o falso relacionada al tema tratado, además poseen videos e imágenes.

---

[Página Principal](#)   [Área personal](#)   [Eventos](#)   [Mis Cursos](#)   [Este curso](#)

---

[Logopedia](#) > [Terapia del habla y lenguaje](#) > [Bases teóricas](#) > [El lenguaje y la comunicación](#)

---

## El lenguaje y la comunicación

**Inicio**  
**El lenguaje y la comunicación**  
Desarrollo evolutivo del lenguaje  
Áreas del lenguaje  
Terapia del habla y lenguaje  
Desórdenes médicos  
Diagnósticos de fonoaudiología  
Cuadro normativo del desarrollo de niños de 0 a 8 años

Menú   « Anterior   Siguiente »

### El lenguaje y la comunicación

 **Objetivos**

:: Conocer la importancia y el significado de la comunicación.

:: Comprender la relación que existe entre el lenguaje y la comunicación.

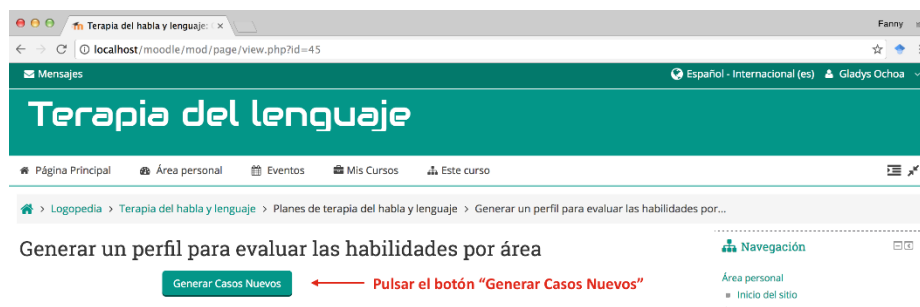
La comunicación es la capacidad de transmitir información, los seres humanos transmiten información de distinta naturaleza y a través de distintos sistemas, y el lenguaje es una forma particular de comunicación. El lenguaje puede ser concebido como un sistema de signos que tienen un significado y un significant, un instrumento que permite la comunicación con los seres humanos entre un emisor y un receptor o una conducta, una facultad o un sistema de conocimiento[1]. El lenguaje puede expresarse de forma oral,

### Creación automática de cuestionarios

Existen dos tipos de cuestionarios que se pueden crear automáticamente dentro del sistema 1) “Generar un perfil para evaluar las habilidades por área” y 2) “Generar un perfil para evaluar actividades para desarrollar habilidades”.

#### Generar un perfil para evaluar las habilidades por área

1. Ingresar al recurso “Generar un perfil para evaluar las habilidades por área” de la sección “Planes de terapia del habla y lenguaje” se visualizará la siguiente pantalla que permite generar casos nuevos, se debe pulsar el botón “Generar Casos Nuevos”.



2. Automáticamente el sistema creará un caso con los datos respectivos que se visualizará en la siguiente pantalla y para resolver el cuestionario se debe pulsar el botón “Intente resolver el cuestionario ahora”.



3. Se visualizará la siguiente pantalla con un cuestionario que debe ser llenado tomando en cuenta los datos del caso (diagnóstico de lenguaje, diagnóstico médico, edad de lenguaje expresivo, edad de lenguaje comprensivo y edad madurativa del lenguaje), el objetivo es seleccionar las habilidades por área que deberían ser consideradas para el



plan de terapia de lenguaje para el perfil planteado. El cuestionario tiene una calificación de 20 puntos, el tiempo máximo para desarrollar es de 20 minutos, se dispone de 1 intento y en cada pregunta se visualiza el respectivo valor de puntaje

Página Principal Área personal Eventos Mis Cursos Este curso

Logopedia > Terapia del habla y lenguaje > Planes de terapia del habla y lenguaje > Evaluación de habilidades-40

Pregunta 1  
Sin responder aún  
Puntúa como 5  
Marcar pregunta

Valor de la pregunta

¿Cuáles son las habilidades que debe desarrollar en el área de Lenguaje Comprensivo?

Seleccione una o más de una:

- ☐ b. Emergen las siguientes consonantes /b/, /g/, /r/, /l/, /p/, /ie/
- ☐ c. Entiende sujetos más dos adjetivos modificativos ("Señala el perro blanco grande")
- ☐ d. Comprende conceptos de lateralidad (izquierda, derecha)
- ☐ e. Ejercitación de los diferentes tipos de soplo
- ☐ f. Domina todos los fonemas al hablar, su pronunciación es correcta
- ☐ g. Entiende modismos
- ☐ h. Emergen las siguientes consonantes /rr/, /s/, /x/, /d/, /g/ y los dífonos /fr/, /pr/, /dr/, y el diptongo /eo/
- ☐ i. Entiende conceptos espaciales (debajo, detrás, al lado, en frente)
- ☐ j. Entiende secuencias temporales (qué ocurrió primero, segundo, ...)

Pregunta 2  
Sin responder aún  
Puntúa como 5  
Marcar pregunta

¿Cuáles son las habilidades que debe desarrollar en el área de Lenguaje Expresivo?

Seleccione una o más de una:

- ☐ a. Habla de sonidos que escuchó
- ☐ b. Distingue cambios de palabras en historias conocidas

Navegación por el cuestionario

SECCION 1

1 2 3 4

Terminar intento...

Tiempo restante 0:15:02

4. Una vez llenado el cuestionario se debe pulsar el botón "Enviar todo y terminar".

Logopedia > Terapia del habla y lenguaje > Planes de terapia del habla y lenguaje > Evaluación de habilidades-40 > Resumen del intento

### Evaluación de habilidades-40

#### Resumen del intento

Pregunta	Estatus
Seccion 1	
1	Respuesta guardada
2	Respuesta guardada
3	Respuesta guardada
4	Respuesta guardada

Volver al intento

Tiempo restante 0:05:07

Este intento debe ser presentado por sábado, 21 de enero de 2017, 18:03.

Enviar todo y terminar

Pulsar el botón "Enviar todo y terminar"

Navegación por el cuestionario

SECCION 1

1 2 3 4

Terminar intento...



5. El sistema visualizará la calificación del cuestionario y la retroalimentación mostrando las opciones correctas y las opciones incorrectas.

🏠 > Logopedia > Terapia del habla y lenguaje > Planes de terapia del habla y lenguaje > Evaluación de habilidades-40 > Vista previa

Comenzado el	sábado, 21 de enero de 2017, 17:46	← Fecha de inicio
Estado	Finalizado	← Estado
Finalizado en	sábado, 21 de enero de 2017, 18:01	← Fecha de finalización
Tiempo empleado	14 minutos 39 segundos	← Tiempo empleado
Calificación	14 de 20 (69%)	← Calificación total

**Pregunta 1**  
Parcialmente correcta  
Puntúa 3 sobre 5  
⚑ Marcar pregunta  
⚙ Editar pregunta

**Puntaje obtenido en la pregunta**

¿Cuáles son las habilidades que debe desarrollar en el área de Audición?

Seleccione una o más de una:

- ☐ a. Conversa con oraciones más largas y más complejas, pero con pequeños errores gramaticales
- ☐ b. Conversa: relata historias imaginarias simples; describe la acción en un libro
- ☐ c. Describe el uso de objetos como ?tenedor?, ?carro?
- ☐ d. Describe el uso de objetos como "tenedor", "carro"
- ☒ e. Aprende asociaciones de letras-sonidos ✓ Respuesta correcta
- ☒ f. Expansión de la comprensión auditiva ✓ Respuesta correcta
- ☐ g. Pone atención en historias y actividades más largas
- ☒ h. Describe experiencias con frases cortas ✗ Respuesta Incorrecta

**Calificación de las opciones seleccionadas**

Respuesta parcialmente correcta.  
Ha seleccionado correctamente 2.  
La respuesta correcta es: Aprende asociaciones de letras-sonidos, Expansión de la comprensión auditiva, Pone atención en historias y actividades más largas

← **Retroalimentación**

### Generar un perfil para evaluar actividades para desarrollar habilidades

1. Ingresar al recurso "Genera un perfil para evaluar actividades para desarrollar habilidades" de la sección "Planes de terapia del habla y lenguaje" se visualizará la siguiente pantalla que permite generar casos nuevos, se debe pulsar el botón "Generar Casos Nuevos".



2. Automáticamente el sistema creará un caso con los datos respectivos que se visualizará en la siguiente pantalla y para resolver el cuestionario se debe pulsar el botón “Intente resolver el cuestionario ahora”.

3. Se visualizará la siguiente pantalla con un cuestionario que debe ser llenado tomando en cuenta los datos del caso (diagnóstico de lenguaje, diagnóstico médico, edad de



lenguaje expresivo, edad de lenguaje comprensivo y edad madurativa del lenguaje), el objetivo es seleccionar las actividades que debería realizar el paciente para desarrollar las habilidades planteadas en cada área (habla, audición, lenguaje comprensivo y lenguaje expresivo) pero tomando en cuenta el perfil planteado. El cuestionario tiene una calificación de 20 puntos, el tiempo máximo para desarrollar es de 20 minutos, se dispone de 1 intento y en cada pregunta se visualiza el respectivo valor de puntaje.

[Página Principal](#) [Área personal](#) [Eventos](#) [Mis Cursos](#) [Este curso](#)

[Logopedia](#) > [Terapia del habla y lenguaje](#) > [Planes de terapia del habla y lenguaje](#) > [Evaluación de actividades-41](#) > [Vista previa](#)

Pregunta 1

Sin responder aún

Puntúa como 1

⚑ Marcar pregunta

⚙ Editar pregunta

Valor de la pregunta

Lenguaje Comprensivo: ¿Cuáles son las actividades que debe desarrollar para: Entiende conceptos espaciales (debajo, detrás, al lado, en frente)?

Seleccione una o más de una:

☐ a. Sonidos onomatopéyicos asociados a fonemas

☐ b. Con una lámina determinar los objetos que estén en posición debajo, detrás, a lado

☐ c. Posición del fonema

☐ d. Mediante láminas, determinar los conceptos especiales debajo, detrás, en frente, etc.

☐ e. Repetición del nombre del objeto englobando cada una de las sílabas

☐ f. Duracion de la palabra con la palma de la mano

☐ g. Con objetos del aula determinar las distintas posiciones de estudio

☐ h. Lectura de imágenes en base a pictogramas

Pregunta 2

Sin responder aún

Puntúa como 1

Lenguaje Comprensivo: ¿Cuáles son las actividades que debe desarrollar para: Entiende modismos?

Seleccione una o más de una:

☐ a. Comprender el significado de modismos

4. Los siguientes pasos son similares a los que se describieron en la creación del cuestionar “Generar un perfil para evaluar las habilidades por área” hasta llegar a obtener la calificación y retroalimentación.

## Reportes

El sistema permite generar reportes de las calificaciones obtenidas por cada cuestionario resuelto por los usuarios, esta opción está disponible para los usuarios con rol de profesor y administrador. Para acceder a esta opción se debe ubicar en el cuestionario y en el menú ubicado en la parte derecha llamado “Administración del cuestionario”, dirigirse a “Resultados”



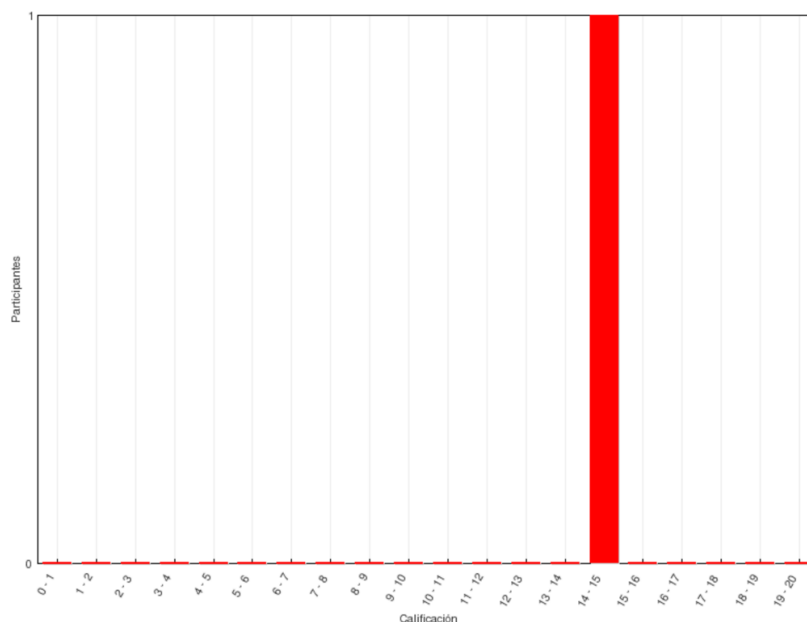


y pulsar sobre el ítem “Calificaciones”, el sistema visualizará la siguiente pantalla con los resultados obtenidos de cada alumno.

Nombre / Apellido(s)	Dirección de correo	Estado	Comenzado el	Finalizado	Tiempo requerido	Calificación/20	P. 1 /5	P. 2 /5
Gladys Ochoa Revisión del intento	gochoa@hotmail.com	Finalizado	21 de enero de 2017 17:43	21 de enero de 2017 17:58	15 minutos 4 segundos	15	✓ 2	✓ 5

Además el sistema en esta misma pantalla visualiza un gráfico estadístico con las calificaciones de todos los alumnos que hayan resuelto un determinado cuestionario.

Gráfico de barras del número de estudiantes que alcanzan los rangos de calificación



### Agregar cursos, actividades y recursos

El sistema permite añadir a los profesores y gestores más cursos, actividades y recursos con las funcionalidades propias de MOODLE para complementar la metodología de enseñanza de



los estudiantes. Para aprovechar todo el potencial que tiene MOODLE que puede ser complementado al sistema se recomienda revisar los manuales propios del entorno virtual ([https://docs.moodle.org/32/en/Main\\_page](https://docs.moodle.org/32/en/Main_page)).